

## **UN LABORATORIO A CIELO ABIERTO EN LA ESCUELA. EXPERIENCIA INTERDISCIPLINARIA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL NIVEL MEDIO TÉCNICO PROFESIONAL**

Por María Fernanda García\*  
Instituto Politécnico Superior General San Martín,  
Universidad Nacional de Rosario, Argentina  
garciamaf@gmail.com

Nora Gabriela Díaz\*\*  
Instituto Politécnico Superior General San Martín,  
Universidad Nacional de Rosario, Argentina  
noragediaz@hotmail.com

Nélida Elda Skindzier\*\*\*  
Instituto Politécnico Superior General San Martín,  
Universidad Nacional de Rosario, Argentina  
nelidaskin@gmail.com

Recibido: 10/09/2017 Aceptado: 18/10/2017

---

\* Es Licenciada en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Naturales. UNPSJB. Sede Puerto Madryn, Chubut. Profesora Superior. Facultad de Ciencias Sociales. UCA. Sede Rosario, Santa Fe. Se desempeña como Profesora interina en horas cátedras y entrenamiento para Olimpiadas. IPS-UNR. Coordinadora reemplazante. Área Biología. Dpto. de Cs. Humanas y Naturales. IPS-UNR.

\*\* Es Arquitecta. Alumna de la Maestría Energía para el Desarrollo Sostenible - FCEIA – UNR. Se desempeña como Jefe de Trabajos Prácticos dedicación semi-exclusiva. Interina Cátedra Materialidad I, II y III FAPyD – UNR. Profesora interina de Tecnología de la Construcción e Instalaciones de los Edificios en el Departamento Construcciones nivel secundario y terciario. IPS-UNR. Investigadora Categoría V-UNR Resolución CRC N°2125/2011

\*\*\* Es Magister en Sistemas Ambientales Humanos- CEI-UNR. Actualmente se desempeña como Profesora Universitaria en Geografía- Facultad de Humanidades y Artes- UNR; Profesora titular (por concurso ordinario) IPS-UNR. Coordinadora - Área Geografía - Dpto. de Cs. Humanas y Naturales IPS-UNR.

## Resumen

En los ambientes urbanos los problemas asociados al actual modelo de producción y consumo están aumentando exponencialmente y promover su cuidado es el mayor reto del presente siglo. En este contexto, la educación ambiental es protagonista a la hora de afrontar ese desafío, por la necesidad de fomentar aprendizajes que rompan esquemas tradicionales y permitan comprender e involucrarse en proyectos socio-ambientales.

El presente artículo da a conocer el desarrollo de la 2da etapa de la terraza verde en el Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín –UNR. Proyecto interdisciplinario destacado por ser único, hasta el momento construido por los estudiantes en una escuela pública rosarina. Sin dejar de lado la etapa inicial de refuncionalización de un espacio en desuso, pretendemos mostrar los resultados en términos espaciales, ambientales y educativos, como aquellos alcanzados por los estudiantes siendo el grupo experimental, indicadores de aprendizajes significativos, de cambios actitudinales y de comportamientos. Ponemos a disposición de otras comunidades educativas, la posibilidad de replicar con proyectos similares que puedan impactar en otras escuelas, colaborando a concientizar alumnos, docentes, autoridades y comunidad en general, al permitir transferir conocimientos específicos a otros ámbitos, siendo prioritario el asesoramiento profesional, como en nuestro caso, brindado por docentes y empresas.

**Palabras clave:** Proyecto Institucional - Educación Ambiental -Interdisciplinaria – Terraza Verde – Aprendizaje Significativo.

## Abstract

In urban environments, the problems associated with the current production and consumption model are increasing exponentially and promoting their care is the greatest challenge of the present century. In this context, environmental education plays a leading role in meeting this challenge, due to the need of promoting learning systems to breaks traditional schemes, allowing to understand and involve in comprehensive projects.

The present article makes known the development of the 2nd stage of a green roof construction at the Polytechnic Institute Gral. San Martin -UNR. This interdisciplinary project highlighted by being unique, so far built by students at a public school in Rosario. Without neglecting the initial stage of the refunctionalization of a disused space, we intend to show the results in spatial, environmental and educational terms, such as those achieved by the students, being an experimental group, indicators of apprentice learning, attitudinal changes and behaviors. We make available to other educational communities the possibility of replicating with similar projects that may impact other schools, helping to raise awareness among students, teachers, authorities and the community

in general, by transferring specific knowledge to other areas, with professional advice as a priority, as in our case, provided by teachers and experts.

**Keywords:** Institutional Project - Environmental Education - Interdisciplinarity - Green Roof - Significant Learning.

## Introducción

El presente siglo ha encontrado a gran parte de la humanidad bajo un sistema de consumo creciente que parece no detenerse, generando así, un aumento en la demanda de recursos naturales y a la vez, acumulando cantidades de desechos imposibles de degradar por nuestra naturaleza. De este modo en las ciudades, los problemas ambientales relacionados al aumento de los residuos sólidos, el cambio climático y las islas de calor urbano constituyen temas graves que enfrentan las sociedades contemporáneas. Esto nos remite como ciudadanos y a la vez como educadores a buscar estrategias que lleven a la mitigación y a la prevención de los problemas para contribuir con el cuidado del ambiente, recordando que:

La crisis ambiental es el signo de una nueva era histórica. Esta crisis civilizatoria es ante todo una crisis del conocimiento. La degradación ambiental es resultado de las formas de conocimiento a través de las cuales la humanidad ha construido el mundo y lo ha destruido por su pretensión de universalidad, generalidad y totalidad; por su objetivación y cosificación del mundo (Leff, 2006, p.2).

En este escenario, resulta importante resaltar el papel de la escuela, por permitir establecer una conexión entre las problemáticas del mundo y la vida local, posibilitando el estímulo y desarrollo de los conocimientos, permitiendo fomentar valores y actitudes que contribuyan, a la formación de ciudadanos capaces de construir un futuro sostenible ambientalmente. En palabras de Caride (2008) "...la investigación en Educación Ambiental es por su propia naturaleza, necesaria e inexcusablemente, investigación educativa, construida en los escenarios que los saberes pedagógicos habilitan en su convergencia con los saberes "sociales" y "ambientales..." (p. 4).

Cabe destacar que las relaciones entre educación y medio ambiente no son nuevas; no obstante, la novedad que aporta la educación ambiental consiste en que el medio ambiente, además de medio educativo, contenido a estudiar o recurso didáctico, es una entidad suficiente como para constituirse en finalidad y objeto de la educación y de la acción.

El nuevo Plan de estudios del Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín (UNR), vigente desde 2010, promueve la educación ambiental desde las diversas asignaturas y espacios curriculares, siendo un contenido transversal que propicia el trabajo inter, multi y transdisciplinario. El mismo, se orienta al

desarrollo integral del alumno, involucrando una perspectiva ética, con una visión del mundo solidaria y responsable frente al medio, una dimensión integral que dé sentido a estos conocimientos, y permita entender y actuar de manera sustentable en cuestiones ambientales. Este escenario permitió que en el año 2014, un equipo de docentes junto a estudiantes de los últimos años de la terminalidad de Técnico Constructor de Obra, del Instituto Politécnico Superior General San Martín dependiente de la Universidad Nacional de Rosario, llevaran a la práctica un proyecto financiado por Conicet- Medifé cuyo objetivo principal fue la construcción de una terraza verde en la Institución como espacio generador y proveedor de numerosos servicios ambientales.

Encaminarse en ese desafío implicó alterar los esquemas tradicionales de la enseñanza- aprendizaje dado que, frente a la complejidad de la temática ambiental, permitió la articulación de distintos saberes y una lectura de conceptos, métodos y contenidos ambientales, del entorno en el que el estudiante se desenvuelve como individuo y como colectivo. Es en esa relación, en la que el mismo puede reconocerse y reconocer su mundo. Tomar al ambiente como escenario de conocimiento, implica aplicar aprendizajes significativos y obliga a preguntarse acerca de todo, a poder relacionarse de manera diferente, mirar comprensivamente el medio y repensar para reelaborar la realidad. Es decir, se necesita “trabajar en la esfera de la relación con uno mismo, en la esfera de la relación con el otro, y en la esfera de la relación con el ambiente” (Lucie Sauvé, 2001, p.3).

En este contexto, donde se puso en juego la incorporación de saberes y estrategias novedosas para los estudiantes hasta ese momento, para generar conocimientos y donde los mismos fueron y son partícipes del proyecto, ejecutores de la obra que fue realizándose en diversas etapas y que aún hoy continúa, cabe preguntarse. ¿Qué impacto generó en el conocimiento y en las conductas de los estudiantes llevar a la práctica la construcción de la terraza verde en la Institución? ¿Qué valores se recuperaron y/o se formaron? ¿Qué cambios surgieron en el ambiente y a la vez en la conducta de los estudiantes en cuanto a la relación entre ellos, con el mismo y con el ambiente?

### **Camino a la construcción de la terraza**

Los sistemas de terraza ajardinada son tecnologías antiguas que han sido reconsideradas para llevar a cabo una variedad de intervenciones modernas territoriales/ambientales involucradas en el paradigma de la sustentabilidad y la arquitectura regenerativa. El ejemplo más remoto que podemos dar son los jardines colgantes construidos en Babilonia en el siglo VI a.C, posteriormente la contribución del arquitecto Le Corbusier que en 1927 publica, bajo la concepción de una nueva arquitectura “Cinco puntos fundamentales”, involucrando en el segundo la construcción de la terraza-jardín, reconceptualizando el funcionamiento constructivo, espacial y social de las cubiertas de los edificios.

En la actualidad estos dispositivos se están construyendo en diversas partes del mundo, como en Canadá, Alemania y Francia entre otros, donde se intenta recuperar en medios urbanos, parte del suelo absorbente invadido por las construcciones.

En nuestro país y en nuestra ciudad se empiezan a ver ejemplos en edificios privados, proyectándose además su construcción en algunos pocos edificios públicos. **Hasta el momento en la ciudad de Rosario no se han construido terrazas verdes en instituciones educativas, tampoco se trabaja demasiado en la teoría de esta temática, es decir que los estudiantes desconocen en su gran mayoría los beneficios que aporta al ambiente una terraza verde, siendo que** el papel de la escuela tiene que ser protagónico en la proposición de una educación a favor del ambiente. Una ciudadanía educada, informada y respetuosa con el ambiente, puede ejercer sus derechos y responsabilidades y participar activamente en la preservación de nuestro planeta, en el presente y para las generaciones venideras.

Numerosas investigaciones avalan que la construcción de terrazas verdes en las edificaciones de las ciudades, remiten a respuestas conciliadoras con el ambiente, por mitigar los efectos negativos del cambio climático e islas de calor urbano. Estos dispositivos permiten mejorar la calidad del ambiente, posibilitando reconstituir de manera artificial algunos servicios que brinda la naturaleza como la absorción de agua de lluvia, captura de dióxido de carbono, la generación de sistemas compuestos por elementos vivos e inertes, los que interactúan entre sí. Además, mejoran el aislamiento térmico de los edificios y no elevan la temperatura del aire, permitiendo el ahorro de energía y conformando a su vez espacios recreativos con paisajes singulares que ayudan a mejorar la calidad de vida. Esta mirada compleja nos llevó a trabajar en forma interdisciplinaria en un proyecto socio/ambiental de desarrollo tecnológico basado en la construcción de una terraza verde, en escala real de dimensiones reducidas. Pensando además en el respaldo que legalmente lo sustenta como: Ley General del Ambiente N° 25.675, art. 2, 8, 14 y 15, la Ley de Educación Nacional N° 26.206/06 art. 89 que promueven la educación ambiental en el sistema formal y no formal y la Constitución Nacional en su art.41. Además de la Plataforma Universidad Sustentable-Plus que afirma principios ambientales y la Ordenanza que el municipio de la ciudad de Rosario impulsó como la de Terrazas Verdes (Ordenanza N° 8208), que promueve las prácticas para el cuidado del medio ambiente, con el fin de mitigar a través de estos dispositivos los efectos del cambio climático.

De esta manera, docentes especializados en la temática ambiental y en arquitectura del Departamento de Construcciones y del Departamento de Ciencias Humanas y Naturales, (Arq. Altuzarra, César; Arq. Bercovich, Gustavo; Arq. Díaz, Nora; Arq. Zeoli, Patricia; Lic. García, María Fernanda; Dra. Martín, María del Carmen Pía; Mg. Skindzier, Nélica) junto a estudiantes de

la terminalidad de Técnico en Constructor de Obras de 4to, 5to y 6to año del ciclo secundario comenzaron a desarrollar la idea del proyecto. Para ello se pensó en un espacio que logre reconstruir en pequeña escala los servicios ambientales que la construcción de la Institución reemplazó por el cemento, además de reutilizar algunos materiales desechados (residuos) como materia prima para la construcción del dispositivo y los recipientes como contenedores de los árboles plantados.

Estas acciones que se fueron llevando a cabo en sucesivas etapas y que aún hoy continúan, aportan a la mejora del ambiente urbano brindando servicios ecosistémicos y una nueva funcionalidad del espacio a la comunidad educativa y a la sociedad en general. Además, permitió generar el compromiso en las distintas generaciones de estudiantes que aun después de egresados, continúan colaborando en el proyecto con la difusión del trabajo realizado y en la nueva etapa que se está desarrollando.

Esto nos lleva a confirmar que:

La educación ambiental fomenta nuevas actitudes en los sujetos sociales y nuevos criterios en la toma de decisiones y acciones. Plantea una visión renovada del saber, que lleva implícito un nuevo sistema de valores. Esta ética ambiental no solo está amalgamada con los contenidos positivos del saber, sino que tiene efectos pedagógicos en la construcción del conocimiento a través de un proceso de participación social, y en la transmisión de este saber en la formación de nuevas mentalidades, moralidades y habilidades. (Leff, 2004, p. 273).

Trabajar por medio de proyectos presenta numerosos beneficios, por cuanto, posibilita despertar el interés de los estudiantes y favorece el aprendizaje con sentido. Más aún, si se trabaja con cuestiones ambientales identificadas en la propia escuela o en la comunidad, el proyecto adquiere un sentido relevante y permite que los estudiantes logren compromiso, apropiación y participación activa para constituirse en agentes de cambio, permitiendo replicar acciones que vayan más allá del ámbito escolar.

Esto se afianza en la convicción de que el aprendizaje de estas cuestiones requiere no solo el dominio de ciertos contenidos (saber), sino también el desarrollo de competencias y prácticas sustentables (saber hacer), el trabajo expresivo con el otro (aprender a vivir con los demás) y la promoción de ciertos valores y actitudes de responsabilidad y compromiso (saber ser) (Delors, 1996).

Desde esta perspectiva el presente proyecto institucional, que se viene ejecutando en etapas como se expresó anteriormente, amerita detallar a continuación el desarrollo de cada una ellas, para mostrar los objetivos alcanzados hasta el momento, además de las proyecciones a futuro que nos planteamos en cuanto a continuidad del mismo.

## **Primera etapa**

### **Momentos preliminares de la obra**

Nos propusimos como objetivo general promover iniciativas desde la escuela que contribuyan al desarrollo urbano sostenible a partir de la preservación ambiental. De esta manera se desprendieron objetivos particulares como:

- articular la teoría y práctica en la construcción de una terraza verde para “aprender” con actitudes y valores, en un proyecto que involucra la preservación del ambiente urbano en relación al cambio climático, islas de calor, residuos sólidos, la solidaridad y el compromiso proactivo,
- incentivar la investigación en las escuelas a partir de la construcción de un modelo a escala natural reducido, permitiendo realizar el monitoreo de los diversos servicios ambientales que ofrece la misma,
- fomentar la apertura de la escuela a la comunidad difundiendo en eventos las acciones llevadas a cabo para mitigar y prevenir efectos perjudiciales para la sociedad del cambio climático, las islas de calor y el aumento de residuos sólidos urbanos.

Una vez definidos los objetivos, los estudiantes que ya venían investigando en la asignatura Geografía y en materias específicas de la terminalidad sobre las posibles conformaciones constructivas de las cubiertas y específicamente, las características de una terraza verde, que implica tecnologías y materiales poco difundidos en nuestro medio, continuaron investigando y consultando bibliografía local e internacional, debatiendo luego cuál sería la mejor configuración posible para nuestro medio e indagando además en el mercado local los materiales disponibles.

La articulación de teoría y práctica que involucró la construcción de un dispositivo bioclimático permitió proyectarnos para poder alcanzar a corto, mediano y largo plazo los objetivos planteados. De esta manera se puso manos a la obra y el primer paso se concretó en trabajar con tareas relacionadas al relevamiento de las condiciones existentes, la elaboración de la idea adecuada al espacio disponible, con esquemas preliminares y anteproyectos donde se definió: el área a intervenir, los componentes constructivos a utilizar y el análisis de las características físico constructivas y ambientales del sitio.



**Imagen 1:** Primeros momentos de la ejecución de la terraza verde. Arriba a la izquierda: docentes y alumnos diagramando el espacio. Arriba a la derecha y abajo: alumnos y docentes analizando la maqueta.

### **El área a intervenir**

En el año 2014, se definió un sector a intervenir de la azotea del segundo piso de la Institución cuya superficie total es de 286 m<sup>2</sup>. En este espacio olvidado y en desuso, se delimitó el área de construcción de la terraza verde, contando ésta con una superficie final de 40 m<sup>2</sup>, ubicados de manera que pueda replicarse en etapas sucesivas, delimitados por un sector con un caño de desagüe, para escurrir el agua de lluvia. La decisión de la superficie a construir estuvo relacionada con el presupuesto disponible pero también se consideró la factibilidad de manejo de los materiales y la ejecución por parte de los alumnos que configuran una mano de obra entusiasta pero inexperta, que debió ser supervisada por los docentes.



## **Los componentes constructivos**

Una parte de los insumos se adquirieron mediante fondos recibidos del proyecto Conicet-Fundación Medifé, el resto de los materiales fueron donaciones y aportes de empresas y de la Asociación Cooperadora de la Institución. Cabe destacar que para las donaciones se instrumentó un llamado para que los alumnos de la Institución aporten al proyecto materiales reciclables (placas de poliestireno de embalaje de electrodomésticos, etc.), ya que una de las premisas del proyecto era generar conciencia sobre la necesidad de re utilización de los residuos, los alumnos se encargaron luego de clasificar las placas de poliestireno expandido y desintegrarlas para utilizarlas como agregado liviano en el hormigón de pendiente que se ejecutó en la terraza verde.

Por otro lado, se gestionó la colaboración de empresas que realizaron donaciones de tierra y placas rígidas drenantes de alta densidad (Neotech del grupo Etisol) quienes realizaron además un asesoramiento sobre algunos materiales posibles de utilizar.

El asesoramiento sobre el sistema de riego, lo realizó una empresa de la ciudad de Rosario especializada en el tema, la que sugirió el tipo de riego y la forma de colocación, además de colaborar con el armado del sistema de cañerías que fue realizado junto a los estudiantes y docentes involucrados en el proyecto. En cuanto a la vegetación a colocar en el dispositivo, consultamos al personal de la Dirección Gral. de Parques y Paseos de la Municipalidad de la ciudad y nos brindó las recomendaciones necesarias de la ubicación, el diseño, la adaptabilidad de la vegetación a la terraza además de donar plántines de estación y vegetación en su mayoría autóctonas como la enredadera y algunos árboles que poblaron el lugar.

## **El análisis de las características físico constructivas y ambientales**

Se testeó junto con los estudiantes las condiciones del área en estudio, por medio de instrumentos de medición de temperatura superficial (cámara termográfica) y condiciones de temperatura y humedad interiores con sensores que registraron datos cada quince minutos (data loggers) y que luego se pudieron descargar en computadora para tener la posibilidad de analizarlos y compararlos. Las tareas se desarrollaron en la superficie exterior destinada a la terraza verde y en el interior del local con el fin de cotejar con mediciones a realizarse una vez construido el proyecto. Los resultados esperados, pretenden demostrar con datos cuantitativos, los beneficios térmicos que puede ofrecer esta solución constructiva, que como beneficio adicional a los ya mencionados anteriormente, al aumentar la inercia térmica del conjunto, retardará la transferencia de calor al interior del local durante los períodos de verano y las pérdidas de calor en invierno. Si bien se trata de un local bastante aislado, por las características constructivas originales del edificio, de principios del siglo pasado con gruesos muros y gran altura, los cálculos pueden predecir

una considerable mejora en las condiciones de confort interior que evitarían la necesidad de incorporar medios artificiales de acondicionamiento, con el consiguiente ahorro energético, evitando así el impacto ambiental que tienen estos sistemas.

Se verificó además, la capacidad estructural del edificio, y la factibilidad de resistir las nuevas cargas generadas por la incorporación de nuevos componentes constructivos, fundamentalmente la capa de tierra, que en condiciones de lluvia, por el efecto retardador del escurrimiento, puede generar una importante sobrecarga no prevista en las condiciones de proyecto original. Esta verificación es fundamental para proyectos en edificios existentes ya que los cálculos pueden invalidar la posibilidad de llevar los proyectos adelante o arrojar la necesidad de realizar costosos refuerzos estructurales.



**Imagen 2:** Docentes y alumnos tomando medidas de temperatura antes de empezar la obra. A la izquierda del exterior y a la derecha del interior.

## Resultados

### Configuración constructiva

Sobre la azotea existente, en el sector de 40 m<sup>2</sup> delimitados, se ejecutó un nuevo hormigón de pendiente alivianado con poliestireno expandido reci-

clado por los alumnos y una carpeta de cemento niveladora para mejorar las condiciones de escurrimiento. Luego se colocaron los restantes componentes necesarios:

1. **Membrana impermeable** con la función de prevenir filtraciones.
2. **Barrera anti-raíz** para proteger la membrana impermeable contra las roturas que puedan causar las raíces al crecer la vegetación.
3. **Manta de retención y drenaje** siendo esta una capa clave para retardar el escurrimiento de las aguas de lluvia, además de contribuir a la propagación de especies en el jardín.
4. **Filtro de tela/capa de geotextil** ubicada entre el drenaje y el medio de crecimiento para mantener el sustrato en su lugar.
5. **Medio de crecimiento/sustrato** que brinda soporte físico a la vegetación y proporciona los nutrientes necesarios para su desarrollo, es la capa con mayor impacto en el peso de la nueva cubierta.

Como parte del proceso de construcción, una vez impermeabilizada la superficie, se realizó una prueba hidráulica con el propósito de detectar posibles filtraciones antes de continuar aplicando el resto de los componentes.

El sistema de riego por goteo que permitirá garantizar las condiciones de humedad uniformes, se colocó embutida en el sustrato, para protegerla de las condiciones de la intemperie.



**Imagen 3:** Las distintas capas de la terraza. Izquierda arriba nuevo hormigón y abajo zócalos para delimitar el espacio. Centro las distintas capas; membrana impermeable, barrera anti raíz, manta de retención y drenaje, filtro de tela. Derecha arriba sustrato y abajo instalación del sistema de riego.

Finalizada la etapa de construcción, se trabajó en el diseño del área y selección de la vegetación priorizando la ubicación de las especies que forman

parte de los componentes vivos del sistema, adaptados a las condiciones físicas y microclimáticas en las que deberán crecer e interactuar. Se pensó en conservar la vegetación natural que creciera en el dispositivo como también en el predominio de árboles y enredaderas autóctonas plantadas en los recipientes reciclados.

Resulta de interés destacar que los estudiantes, para llevar adelante los trabajos de construcción mencionados, además de investigar sobre la temática, asistieron a diversos cursos organizados por los docentes de la Institución partícipes del proyecto. Asimismo, distintos especialistas fueron convocados para brindar charlas informativas además de aportar su apoyo a este proyecto innovador. Entre los disertantes más destacados podemos mencionar, a los directivos de la empresa rosarina Janus, pionera en asesoramiento y aplicación de arquitectura sustentable y regenerativa, como lo son las terrazas verdes en edificaciones de la ciudad.

### **Características físicas**

Se realizaron tanto mediciones de la temperatura superficial exterior en la azotea antes de la intervención (comprobando la elevada temperatura que puede generar una membrana asfáltica con terminación de aluminio), como mediciones en el interior del local beneficiado por la construcción de la terraza. Se trata en este caso de una sala de reuniones utilizada por la Asociación Cooperadora de la escuela, donde se colocaron los dispositivos electrónicos que miden temperatura y humedad cada 30 minutos. Debido a la altura del local y que el mismo cuenta con cielorraso suspendido, se colocó un dispositivo sobre la mesa de reuniones, otro sobre el cielorraso y un tercero en el exterior durante un período de dos semanas, para poder realizar comparaciones en cuanto al retardo térmico de la cubierta original con respecto a la solución de la terraza verde. Estas mediciones se realizaron en el verano antes de la construcción y se proyecta volver a realizarlas en el próximo verano.

Se realizó además, una verificación estructural de las nuevas condiciones de carga que deberá soportar la estructura, verificando la factibilidad de agregar el peso de los nuevos componentes de la terraza y la resistencia de los gruesos muros existentes.

### **Cobertura vegetal**

En los 40 m<sup>2</sup> de superficie intervenida (como se pensó para esta etapa), se priorizó la preservación de la vegetación natural que fue creciendo en forma dispersa. Docentes y estudiantes clasificaron y relevaron las especies vegetales que colonizaron el dispositivo construido, destacándose *Trifolium dubium* (trébol amarillo), *Trifolium repens* (trébol blanco), *Digitaria sanguinalis* (pata de gallina, pasto blanco o pasto cuaresma), *Sphaeralcea bonariensis* (malva-visco, o malva blanca), *Echium plantagineum* (flor morada, borraja cimarrona

o escorzonera), *Lamium amplexicaule* (zapatitos, conejitos u ortiga mansa), *Sonchus asper* (cardinche, cardo o cardo lechero) entre las más abundantes. Además, en el mes de septiembre del 2016 los alumnos junto a docentes ubicaron plantines de primulas (*Primula spp.*) intercalando con la vegetación natural que allí fue creciendo.



**Imagen 4:** Distintas vistas de la cobertura vegetal de la terraza.

En los sectores no verdes de la terraza, se colocaron 5 tambores/toneros plásticos reutilizados como maceteros que fueron intervenidos por personal de la Escuela de Jardinería dependiente de la Dirección General de Parques y Paseos de la Municipalidad de Rosario junto a estudiantes y docentes de nuestra Institución. Allí se plantaron árboles como *Bauhinia fortificata* (pezuña de vaca), *Tebetia peruviana* (codo de fraile) y también una enredadera *Bignonia venusta* (trompetera). Cabe destacar que la Escuela de Jardinería de la ciudad nos ha brindado en distintas estaciones del año variedad de plantines, para ornamentar algunos sectores de este nuevo espacio, siendo los mismos plantados por los estudiantes (de diferentes cursos que se ofrecen para dicha tarea) y los docentes que intervienen en este proyecto.

El monitoreo, control del crecimiento y del desarrollo de las especies es otra de las metas a seguir y la primordial, dado que la vegetación nos provee de numerosos servicios ambientales, resultado de las funciones ecosistémicas. Si bien estas acciones comenzaron a realizarse durante la primera etapa, continuarán practicándose en las etapas posteriores por presentarse, este emprendimiento, extensivo en el tiempo.



**Imagen 5:** Cobertura vegetal del sector no verde. Árboles y enredaderas donados por Parques y Paseos. Izquierda: pezuña de vaca (*Bauhinia fortificata*). Centro: codo de fraile (*Tebetia peruviana*). Derecha: enredadera trompetera (*Bignonia venusta*).

### La terraza se muestra

El proyecto fue publicado en la Página web del IPS. Simultáneamente, los alumnos generaron un blog, donde volcaron las actividades que se fueron llevando a cabo, a través de variedad de escritos, imágenes, fotografías, etc. <http://ips-unr-rosario.blogspot.com.ar/2014/10/terrazza-verde-un-aporte-al-desarrollo.html>. También participaron en la elaboración de un poster que expusieron en la Jornada “El Poli se muestra”, desarrollada en la escuela en el mes de noviembre del año 2014, mediante la cual se dio a conocer el proyecto a la totalidad de la comunidad académica. En el ámbito de esta jornada, se propuso que los alumnos voten el nombre que tendrá el ámbito a intervenir y resultó elegido “LOS JARDINES DEL POLI”.

Estudiantes y docentes presentaron el proyecto en diversos eventos, tales como: “IV Foro Latinoamericano De Desarrollo Sostenible” organizado por la Municipalidad de Rosario y “IX Jornada de Ciencia y Tecnología”, Divulgación de la Producción Científica y tecnológica de la Universidad Nacional de Rosario ambos eventos desarrollados en el año 2015. En 2016, se presentó en el Encuentro de Construcciones Sustentables, organizado por ANEIC Rosario (Asociación Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil) en la Cámara Argentina de la Construcción. Delegación Rosario. Además, en el marco del Día Mundial del Medio Ambiente, celebrado en Junio de 2016, en una jornada llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura UNR, se realizaron visitas guiadas para los asistentes al evento e interesados

en conocer el sector refuncionalizado, dado que el Politécnico comparte el edificio con esta casa de altos estudios.

Los estudiantes también brindaron asesoramiento a las autoridades y personal en general de instituciones como la Iglesia Santa Rosa de Lima de la ciudad de Rosario, quienes los convocaron por encontrarse interesados en la construcción de una terraza verde en la Institución y conociendo la experiencia de los mismos. Además en el presente año, 2017, se brindó asesoramiento a la Alianza Francesa y a la Sede de Gobierno de Universidad de Rosario.



**Imagen 6:** A la derecha, docentes y alumnos asistiendo a eventos; arriba en la entrega de diplomas del Conicet y Fundación MEDIFE y abajo “IV Foro Latinoamericano De Desarrollo Sostenible”. A la izquierda, difusión en los medios de comunicación: arriba en la revista del Politécnico y abajo en el diario Página 12.

### Repercusión en los estudiantes

En esta primera etapa, el desarrollo del proyecto produjo un gran impacto en los estudiantes, puesto que a través de la utilización de estrategias novedosas para ellos hasta ese momento, fueron motivados y les permitió involucrarse con el proyecto. De esta manera, descubrieron con la construcción de este dispositivo, la importancia no sólo para la comunidad educativa, en términos ambientales, de investigación y recreativo sino también de lo que implica para la sociedad en general. Este modo de posibilitar el aprendizaje a través de la acción permitió el trabajo en grupo, el desarrollo emprendedor, el desarrollo de habilidades intelectuales que requieren las nuevas tecnologías aplicadas a las construcciones. Así también los hábitos de cumplimiento, desempeño laboral y la capacidad para ser reflexivo - crítico frente a las prácticas que le permiten formarse como técnico, a modo de aprender constantemente de la experien-

cia, lo cual se asocia a un proceso de actualización permanente. Además de facilitar una educación en pos de una ciudadanía participativa.

## **Segunda etapa**

### **Construcción del equipamiento con material reciclado.**

#### **Fundamentos de su elección**

Concluida la construcción de la terraza verde con una superficie cubierta de vegetación autóctona de 40 m<sup>2</sup> en un sector de la azotea, nos propusimos construir las barandas, el piso y el mobiliario (porta macetas y bancos) con material reciclado tipo madera pallets. Teniendo en cuenta que el uso racional de las materias primas y de productos es fundamental para la sostenibilidad ambiental, además que al reutilizar madera que ya estaba desechada, respondemos a varias de las “R” medioambientales: reciclar y reutilizar un material cuyo uso previsto había sido muy limitado. Esto nos condujo a pensar que lo que para algunos puede ser basura, para otros puede ser materia prima para algún proceso (concepto básico de una Producción más Limpia y fundamental en la formación de un futuro técnico).

Millones de toneladas anuales de este producto, perteneciente a sectores de la producción, son desechados en todo el mundo, nuestra ciudad no está ajena a esta acción. Así el volumen de material desechado y la nobleza que encierran las maderas de pallets nos permitieron pensar en la reutilización de las mismas. Esta operación representa la intervención del diseño además de reducir la cantidad de residuos urbanos que se generan colaborando así de modo amigable con el ambiente. Las propiedades que presenta el pallets como material son interesantes como ser su resistencia, su reducido peso, su economicidad y facilidad para reparar, esto la convierten en una materia prima altamente respetuosa con el medio, no contaminante y que fomenta y colabora al desarrollo sostenible. Esto se reafirma, dado que se encuentra en empleo un material de procedencia natural, renovable, sumidero de carbono atmosférico (aspecto que contribuye a mitigar las consecuencias perniciosas del efecto invernadero) y, particularmente, porque su reutilización y reciclado permite alargar las consecuencias positivas para la naturaleza que supone el secuestro y almacenamiento de carbono en la madera, destacando que un metro cúbico de este material alberga en torno a una tonelada de CO<sub>2</sub> y es el único material constructivo que presenta un balance positivo al considerar este factor.

#### **Objetivos**

Las bondades que presenta la madera de pallets como materia prima y además con el ambiente permitió planteamos los siguientes objetivos:

- promover la refuncionalización del espacio físico articulando lo tecnológico, la práctica en el reciclado, el diseño y la investigación,



- incentivar el desarrollo de la creatividad a partir de la reutilización de materiales desechados y el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, potenciando el pensamiento crítico-reflexivo, enriqueciendo su capital social y su responsabilidad ciudadana,
- promover la interacción, el trabajo grupal y cooperativo entre docentes, alumnos y personal de la Institución en actividades tanto institucional como en aquellas que trasciendan los espacios curriculares,
- difundir esta y otras iniciativas similares para fortalecer la toma de conciencia que tiendan a la sostenibilidad urbana.

Para lograr estas metas un grupo de alumnos de 4to año de la terminalidad Técnico Constructor de Obras, junto a docentes involucrados en el proyecto y docentes del Dpto. de Formación Tecnológica y del área de Carpintería comenzamos, a mediados del año 2016 a trabajar en la construcción del mobiliario de la terraza. Para ello, se diseñaron los bancos y porta-maceteros, contemplando siempre la recolección y selección de materiales reciclados para su armado. Actualmente los estudiantes, continúan trabajando en el acondicionamiento (corte, lijado y barnizado) de las maderas tipo pallets para llevar adelante la construcción de los mismos. Dado que tenemos pensado poder terminarlos para fines de este año.

Paralelamente se está proyectando, con la colaboración del centro de estudiantes de la Institución, la construcción de las barandas para asegurar el espacio refuncionalizado. Este proyecto es muy importante ya que resulta imperioso hacer que la azotea sea un lugar seguro para los estudiantes. Al tiempo que nos va permitir habilitarlo definitivamente a la comunidad educativa con fines recreativos ya que hasta el momento lo estamos utilizando únicamente como **“Un laboratorio a cielo abierto”**, espacio educativo ambiental y de investigación.

Las perspectivas para futuras etapas incluyen además de la duplicación de la superficie de terraza verde, la incorporación de un solado de protección para la impermeabilización de la terraza completa, que los alumnos diseñaron en forma de “deck” con módulos removibles. Este diseño innovador permite distintas configuraciones, un óptimo escurrimiento de las aguas pluviales y al mismo tiempo garantiza la posibilidad de un alto tránsito de personas sin que se deteriore la superficie.

### **Crecimiento de la vegetación y monitoreo**

El crecimiento natural de las diversas especies vegetales autóctonas que fueron colonizando la terraza, permitió a grupos de estudiantes y docentes clasificar las mismas, tal como se expresó en la primera etapa.

Actualmente se continúa con las tareas de monitoreo del estado de crecimiento y desarrollo de las especies herbáceas silvestres y arbóreas, priorizan-

do el manejo de la biodiversidad, en lo que respecta al cuidado fitosanitario de las mismas. Diariamente se realiza el control (biológico) de enfermedades o plagas que puedan afectar las especies allí presentes y en caso de ser atacadas son combatidas con pesticidas naturales (orgánicos) que son preparados por los docentes (involucrados en el proyecto) y los estudiantes. Esto es fundamental, dado que el mantenimiento de especies vegetales saludables y vigorosas aseguran el hábitat a numerosos microorganismos, insectos polinizadores (abejas, mariposas) y aves como palomas, gorriones y benteveos, entre otros, creando un espacio ambientalmente sustentable.

Se trata de mantener y a la vez controlar a la vegetación que crece naturalmente en los 40 m<sup>2</sup> de manera que no se convierta en un matorral. Para ello, se realizan cortes de la vegetación en la medida necesaria y sin extinguir las especies. El manejo de la vida silvestre es parte de la biología de la conservación, entendiéndolo por ello, el uso sensible y cuidadoso de los recursos vivos y de su ambiente, es decir conservar pero satisfaciendo las necesidades de la sociedad, en nuestro caso, el de la comunidad educativa y de la sociedad en general. Teniendo en cuenta los servicios ambientales que este dispositivo bioclimático brinda como también posibilidades educativas y de investigación.

Los seres humanos estamos alterando la composición de las comunidades biológicas y los sistemas naturales a través de diferentes actividades que van incrementando su degradación y las tasas de extinción de las especies.

Esta realidad nos conduce a la necesidad de poner atención y esfuerzos en la conservación de las especies silvestre, por ser fuente de vida.

La biología de la conservación prioriza el mantenimiento de la diversidad estructural porque si se mantiene la diversidad de especies, comunidades, ecosistemas, se mantendrán también la diversidad de los procesos, funciones, y servicios, producto de las interacciones entre organismos y su ambiente (Bonino, 2013, p.115).

### **El Herbario “una muestra para investigar”**

A mediados de este año (2017) se comenzó a trabajar, con los estudiantes y docentes de la especialidad y asesorados por el personal del Museo Provincial de Ciencias Naturales Dr. Ángel Gallardo, en la realización de un herbario. El mismo consiste recolectar ejemplares de las especies que crecieron naturalmente en el espacio verde de la terraza propiamente dicha y en los maceteros que contienen los árboles plantados por personal de parques y paseos junto a los estudiantes de nuestra institución. Las especies silvestres recolectadas, una vez secas y clasificadas nos permitirá caracterizar y conocer en profundidad la composición de la biodiversidad vegetal que colonizó la zona, dado que en general, esta colección de especies representa a la flora o patrimonio vegetal de nuestra localidad, región o país. Resulta pertinente

destacar que el trabajo de investigación actualmente está siendo realizado por un grupo de docentes y estudiantes de diversos cursos y divisiones de la institución, teniendo previsto culminarlo a fin de año. Además de que merece un escrito aparte para poder especificar en detalle la complejidad del mismo.



**Imagen 7:** Alumnos y docentes adecuando la terraza y recolectando ejemplares para la construcción del herbario, el nuevo proyecto en el que estamos trabajando.

El desarrollo del proyecto por etapas no es casual, nos permite generar compromiso y participación en diversas generaciones de estudiantes, que son en definitiva los responsables de garantizar la continuidad. Gracias a esta sucesión de estudiantes, cada grupo se apropió admirablemente, con niveles de compromiso que van más allá de lo curricular, implicando un crecimiento personal y de responsabilidad social, difícilmente obtenible mediante procesos de aprendizaje tradicionales que no incorporen la práctica concreta como parte de los mismos.

### **Conclusiones**

La formación de técnicos en distintas especialidades requiere educar en el cuidado del medio ambiente permitiendo adquirir las competencias necesarias para actuar de forma responsable, considerando que nuestros alumnos se preparan para insertarse en un futuro como profesionales en la gestión priva-

da y/o pública y requiere estar a la vanguardia de las necesidades socio-ambientales y de las innovaciones tecnológicas.

El trabajo realizado por un grupo de docentes y alumnos para la construcción de la terraza verde en el Instituto Politécnico es el primero que se ejecuta en una Institución escolar pública de la ciudad de Rosario, y se presenta como un ejemplo concreto de buenas prácticas ambientales, ya que colabora con la sustentabilidad del desarrollo urbano, mitigando los efectos negativos que sufre la sociedad como consecuencias del cambio climático, islas de calor y el aumento de los residuos sólidos urbanos. Además de presentarse como un espacio educativo y de investigación propio de un “laboratorio a cielo abierto”.

El desarrollo de proyectos como el relatado, que involucran a toda la comunidad educativa y generan en los alumnos compromisos extracurriculares, nuevas inquietudes y prácticas que les permiten comprobar los conocimientos teóricos adquiridos, requieren un fuerte compromiso por parte de docentes involucrados. Así también de las instituciones educativas y gubernamentales que deben fomentar este tipo de trabajos interdisciplinarios que generan en los jóvenes conciencia ambiental entre otros valores fundamentales. Además de promover espacios de debate sobre la sostenibilidad territorial/ambiental para que, una vez egresados, fijen sus miras en las prácticas sustentables. Si bien este trabajo puso y pone en juego replicar y difundir, también permite reconstruir vínculos entre personas, sociedad y ambiente, posibilitando la construcción de una ciudadanía ambiental que permita vivenciar una óptima relación con nuestro ambiente y entre nosotros mismos a partir de consideraciones éticas e intereses comunitarios. Esto sienta las bases para la construcción de una vida pública con cimientos en formas sociales sustentadas en un ejercicio crítico de la ciudadanía.

### Referencias Bibliográficas

- Brailovsky, A. (2014). *Proyectos de Educación Ambiental: la utopía en la escuela. Naturaleza y sociedad*. Buenos Aires: NOVEDUC. Ediciones Novedades Educativas.
- Caride, J. A. (2008). *La educación ambiental en la investigación educativa: realidades y desafíos de futuro*, Centro Nacional de Educación Ambiental. Recuperado en: [http://www.magrama.gov.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008\\_05caride\\_tcm7-141802.pdf](http://www.magrama.gov.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008_05caride_tcm7-141802.pdf)
- Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. En *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*, Madrid Santillana/UNESCO. Recuperado de [http://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918\\_9.pdf](http://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf).
- Durán, D. (2012). *Proyectos ambientales y Sustentabilidad*. Buenos Aires. Argentina. Edit. Lugar.
- Leff, E. (2004). *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI México: Siglo XXI editores.- PNUMA-
- --- (2006). Complejidad, racionalidad ambiental y diálogo de saberes. En I Congreso

internacional interdisciplinaria de participación, animación e intervención socioeducativa, Barcelona. Recuperado de [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-deopinion/2006\\_01eleff\\_tcm7-53048.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-deopinion/2006_01eleff_tcm7-53048.pdf)

- Minke, G. (2013). Las ventajas de un techo verde. *Revista Eco habitar*. Bioconstrucción Bioarquitectura. Biología del Habitat, pp. 2. Recuperado de <http://www.ecohabitar.org/las-ventajas-del-techo-verde-2/>
- Pengue, W.; Feinstein, H. y Bonino, E. (2013). El aporte de la Ecología al pensamiento sostenible en el siglo XXI. En: Pengue, W, Feinstein, H (Ed.) *Nuevos enfoques de la Economía Ecológica. Una Perspectiva Latinoamericana sobre el Desarrollo*. Buenos Aires, Argentina: Lugar.
- Sauv e, L. (2004). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. En: (s/n) I Foro Nacional sobre la Incorporación de la Perspectiva. Llevado a cabo en la Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. México.