

El desafío del futuro

La Ingeniería Natural en la construcción del Paisaje Mediterráneo



La Ingeniería Biológica tiene sus raíces en la búsqueda de soluciones técnicas que permitan compatibilizar las exigencias de las funciones ambientales solicitadas por las sociedades humanas con la capacidad del territorio para suministrarlas. Esta búsqueda llevó a la necesidad de conocer los procesos y funciones ambientales a fin de poder orientarlos y gestionarlos en el sentido del máximo provecho para los objetivos de utilización. Originalmente, en las situaciones en las que la capacidad técnica y las disponibilidades de energía de las sociedades eran muy limitadas, esta gestión tuvo que centrarse en la utilización de los elementos y procesos existentes en el lugar sin posibilidad de condicionamientos y orientaciones que divergiesen mucho de los procesos y sistemas que surgían naturalmente.

No obstante, esta limitación no impidió el desarrollo de un vasto abanico de capacidades de gestión ambiental que abarcan desde la creación de suelo (aterrazamientos) a la gestión de los recursos hídricos (presas, conducción, irrigación) la prevención de los impactos de factores de tensión ambiental (protección de riberas, consolidación de dunas, erosión y estabilidad de pendientes) y, naturalmente, la gestión de los sistemas productivos (conducción de la vegetación natural a través, por ejemplo, del fuego controlado y el pastoreo, gestión de la materia orgánica y de las balanzas de nutrientes).

Estas actividades buscaban tangencialmente generar situaciones de uso sostenible, porque esa sostenibilidad era una necesidad indispensable en una situación de recursos objetivamente limitados.

La evolución de las capacidades técnicas y de la disponibilidad en materiales y energía permitieron el desarrollo de nuevas soluciones de uso, muchas de ellas mucho menos sostenibles o incluso profundamente desestabilizantes. No obstante, el conocimiento sobre la posibilidad de cumplimiento de las expectativas de uso recurriendo a sistemas y procesos naturales nunca se perdió y siempre fue más o menos sistemáticamente utilizado y enmarcado en el ramo de las disciplinas de la ingeniería, y ese fue el origen del actual "cuerpo doctrinal" de la Ingeniería Biológica.

No obstante, la fascinación de la capacidad técnica asociada a las nuevas tecnologías y materiales de la Ingeniería Civil y de otras ingenierías del territorio (agricultura, silvicultura, etc.) condujo a que



João Paulo Fernandes

Universidad de Évora, Presidente de APENA
Associação Portuguesa de Engenharia Natural

ese cuerpo del conocimiento fuese marginado como si sólo sirviese para el encuadramiento (muchas veces sólo estético) de las obras o actividades “*más serias y fiables*”. Esta postergación resultó todavía más consolidada por la generalización entre muchos de los especialistas que la aplicaban desde el concepto de que su principal vocación era la “*renaturalización*” de los espacios degradados por los usos inadecuados y las alteraciones no sostenibles de los procesos y sistemas naturales.

Y es exactamente en la inversión de esta situación donde reside el principal desafío de la Ingeniería Biológica en la actualidad. Inversión de la perspectiva de la reducida seriedad y fiabilidad técnica de las soluciones cuando se comparan con las técnicas tradicionales (o predominantes) de la Ingeniería Civil y la inversión de la perspectiva de que la Ingeniería Biológica consiste esencialmente en un conjunto de soluciones técnicas para “*devolver a la Naturaleza*” espacios degradados por el uso.

El primer objetivo implica un esfuerzo sistemático de experimentación, evaluación y monitorización en el sentido de garantizar un cuerpo coherente de conocimiento técnico sobre la eficiencia de cada técnica, sea en términos cuantitativos (resistencias, tracciones, elasticidad, costos/ beneficios, etc.) sea cualitativos (funciones ecológicas y estéticas, por ejemplo). Sólo un esfuerzo así permitirá afirmar progresivamente la aplicación efectiva y la eficiencia de estas técnicas en comparación con las técnicas “*tradicionales*” y garantizar que las condiciones de aplicación y las exigencias técnicas asociadas a su aplicación sean cada vez mejor definidas, asegurando un nivel de responsabilidad y fiabilidad asociable a cualquier otra técnica de ingeniería.

El segundo objetivo implica la comprensión del propio origen y naturaleza de las técnicas de la Ingeniería Biológica, la búsqueda de sistemas de viabilidad de los usos del territorio. En efecto, se pretende que la Ingeniería Biológica se afirme crecientemente como el abordaje básico y filosófico con respecto a los sistemas de uso, gestión y construcción antrópica del territorio, dominio en el que obviamente también tiene que contribuir a la recuperación de las áreas y sistemas degradados por medio de procedimientos e intensidades de uso incorrectos o inadecuados. Pero la línea conceptual básica tiene que permanecer con respecto a que el uso del territorio tiene que ser dirigido dentro de un universo del conocimiento de sus procesos, constituyentes y funciones naturales y de la orientación y manipulación de esos factores dentro de los límites de su sostenibilidad, utilizando para ello todos los recursos técnicos y materiales disponibles.

Esta preocupación se enmarca en el contexto particular con que la Ingeniería Biológica se confronta en el espacio ecológico mediterráneo. De hecho, en este dominio ecológico, los recursos y los procesos a disposición de la Ingeniería Biológica están, por naturaleza, particularmente condicionados por la mayor agresividad climática que dificulta los procesos de colonización y desarrollo de la vegetación, así como de las especies vegetales con las características biotécnicas exigidas por la Ingeniería Biológica. Estas dificultades contribuyen a agravar la situación al juntarse con los procesos de alteraciones climáticas en los que los niveles de agresividades responsables por esas limitaciones tienden a acentuarse.

Esta situación coloca a la Ingeniería Biológica ante nuevas exigencias a las que sólo podrá responder si va más allá de los condicio-



nes identificados anteriormente. En efecto, la creación de condiciones de uso sostenible del territorio implica, sea la consolidación y desarrollo de un cuerpo básico de conocimientos, sea su clara adopción como una ingeniería con vocación para la creación de espacios de uso.

Examinemos algunos campos de actividad dentro del elenco de casos de estudios presentados en el presente Congreso:

1. Áreas costeras y de dunas - Al mismo tiempo en que la Ingeniería Biológica es llamada a consolidar o recuperar espacios costeros degradados por presiones o tipologías inadecuadas de uso (caso de los cordones de dunas adyacentes a playas o zonas de salinas degradadas por la contaminación o el pisoteo o bien otros impactos de uso), nos enfrentamos con la necesidad, por un lado, de abordar la protección costera ante una agresividad erosiva marina acentuada por las nuevas condiciones derivadas de las alteraciones globales en curso, y por otro lado, tenemos la necesidad de desarrollar mecanismos de gestión, por ejemplo, de los balances de transporte de sólido (erosión, transporte y sedimentación) entre las zonas terrestres y litorales, campo donde la aproximación de la Ingeniería Biológica se solicita a niveles de aceramiento e intervención de forma completamente diferentes de los tradicionales.

2. Zonas húmedas y fluviales - Estos son algunos de los habitats y sistemas naturales más perturbados y sujetos a mayores presiones de uso, situación que ha llevado a intervenciones y modificaciones que han comprometido dramáticamente su carácter y que presentan desafíos particularmente importantes a la Ingeniería Biológica. Las intervenciones necesarias imponen toda una escala de naturalidad, desde las situaciones en las que el espacio efectivo de intervención es muy reducido, hasta las situaciones en las que podrá hablar en un sentido absoluto de renaturalización y de restauración. Simultáneamente, estos sistemas son la expresión más visible de los mucho más vastos y complejos sistemas hidrológicos, donde fenómenos como las inundaciones y sequías son regulados y, consecuentemente, ampliados o minimizados. Dado que la cobertura vegetal y el uso del suelo constituyen reguladores críticos de estos sistemas y procesos hidrológicos, es en el actual contexto de alteraciones globales donde tenderán a

acentuarse estas situaciones extremas, donde la gestión de esas variables van a asumir una importancia cada vez más crítica y, de nuevo, irán a presentar un nuevo universo y escala de trabajo a la Ingeniería Biológica.

3. Infraestructuras - La seguridad del uso de infraestructuras siempre constituyó una de las áreas por excelencia de aplicación de las técnicas de la Ingeniería Biológica, principalmente en lo que se refiere a los diferentes campos de la seguridad de taludes y terraplenes, a la prevención de la erosión y derrumbamientos o movimientos de masas de naturaleza varia, como las avalanchas y deslizamientos. A estos campos tradicionales se suman en la actualidad y con importancia creciente, la garantía de funciones ecológicas (reducción de la fragmentación y promoción de la biodiversidad) y estéticas, además de la reducción de impactos de funcionamiento como son, por ejemplo, los asociados a la contaminación sonora, a las emisiones de gases y partículas o a los derrames contaminados (continuos o accidentales).

4. Actividad extractiva y espacios degradados - Este es un campo donde muchos de los equívocos que afectan a la Ingeniería Biológica se manifiestan de un modo claro, al predominar conceptos como "recuperación paisajística" en detrimento de reconstrucción y recalificación ecológica y funcional, reintegrando los espacios en causa en la oferta ambiental de modo global y no sólo ocultando la actividad que ha ocurrido en ellos, con todos los problemas de viabilidad futura de la intervención. Por otro lado, esta componente de recuperación y de reintegración de la funcionalidad ambiental de esos espacios tiene que ser integrada en la propia actividad y dejar de constituir un apéndice desarticulado comprometiendo así la propia viabilidad de su realización.

5. Vegetación y materiales - Este es el campo crítico de desarrollo de la Ingeniería Biológica donde el indispensable desarrollo y evaluación de nuevos materiales y técnicas de construcción e intervención, se afirma como cada vez más crítico el conocimiento sistematizado de las especies o asociaciones vegetales susceptibles de ser aplicadas en cada situación biogeográfica y biotécnica considerando las necesarias tensiones susceptibles de ocurrir en el actual marco de alteraciones globales. Para ello, el desarrollo del conocimiento en los campos de la caracterización y evaluación ambiental, del potencial constructivo de las especies y de las asociaciones vegetales, de su valor indicador y la integración de este conocimiento con los factores y procesos ambientales a los que cada especie, asociación o modo de ocurrencia están asociados, constituyen conocimientos críticos para una utilización crecientemente fundamentada y exitosa de las técnicas y métodos de la Ingeniería Biológica.

6. Marco normativo - La gestión sostenida de los recursos naturales presenta crecientes desafíos en el campo del Derecho, en particular del Derecho Civil (derecho a la propiedad, a la libertad de gestión y usufructo de la misma, de la utilización de los bienes comunes, etc.). En efecto, sin hablar del derecho al agua, donde en toda Europa nos encontramos con disparidades casi totales en relación, por ejemplo, a los conceptos de dominio hídrico, nos encontramos con que cada vez más asumen una importancia crítica los abordajes regionales de gestión del territorio (por ejemplo en la gestión de la cobertura vegetal de cara al control del riesgo de incendios, en la prevención de la erosión, inundaciones y torrencialidad o en las regulaciones de los sistemas hidrológicos), abordajes que no coinciden con los actuales modelos del derecho a la

propiedad y a su usufructo o con el derecho a la seguridad y a la responsabilidad civil. Estos son ejemplos de campos donde las intervenciones gestoras son dominio por excelencia de la aplicación de la Ingeniería Biológica, pero donde el cuerpo del conocimiento tiene que evolucionar de cara a desarrollar nuevos paradigmas del derecho a la propiedad y a su usufructo, en articulación con el derecho a la seguridad y a la funcionalidad ambiental o a la salvaguarda de los recursos y bienes comunes.

Este enunciado sintetizado y, obviamente incompleto, evidencia el inmenso universo de trabajo que se presenta ante la Ingeniería Natural, considerada apenas en su contexto específico de "subdominio de la Ingeniería Civil que persigue objetivos técnicos, ecológicos, creativos, constructivos y económicos, sobre todo, por medio de la utilización de materiales constructivos vivos, o sea, semillas, plantas, partes de plantas y asociaciones vegetales. Estos objetivos son alcanzados a través de métodos de construcción próximos de lo natural, utilizando las diversas ventajas que la utilización de plantas vivas garantiza." [Schiechtl, 2007]. Si a este campo de intervención sumamos los enlaces existentes con los campos de la gestión de hábitats, de la ingeniería de la conservación, y de la ordenación y desarrollo del territorio, será fácil comprender la responsabilidad que se nos presenta en lo que se refiere al desarrollo de nuestro conocimiento y capacidad técnica y, particularmente, a la evolución de nuestros paradigmas de intervención.

Así, me parece que urge definir la Ingeniería Biológica como una ingeniería para construir sostenibilidad y dinamizar el desarrollo de los conocimientos y competencias que faculten para su adecuada y exitosa utilización en los diversos campos donde ella puede aportar adecuadas contribuciones para el desarrollo de las sociedades humanas y de sus hábitats. Es este desafío el que se presenta, no sólo, a las asociaciones ibéricas, por muy pequeñas e inexpertas que puedan ser, sino a todo el universo asociativo y técnico de la Ingeniería Biológica.

Bibliografía

Cornelini, P.; Sauli, G., 2005 – *Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica* – PODIS, Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma

Florineth, F., 2004 – *Pflanzen statt Beton* – Patzer Verlag, Berlin

Von Kruedner, A.F.; Becker, A., 1941 – *Atlas standortkennzeichnender Pflanzen* – Wiking Verlag, Berlin

Schiechtl, H.M., 2007 – *Eunführung* – in Zeh, H., 2007 – *Ingenieurbiologie, Handbuch Bautypen* – Verein für Ingenieurbiologie, VDF Hochschulverlag, AG an der ETH Zurich, Zurich



Conclusiones del Congreso

La Ingeniería Biológica en la Restauración del Paisaje Mediterráneo

Durante la celebración del congreso, en el que participaron doscientas personas de más de diez nacionalidades distintas, se debatieron durante dos días temas relacionados con la Ingeniería Biológica y su papel en la restauración y rehabilitación en ámbito mediterráneo. Fruto de este debate, se elaboraron las conclusiones que a continuación se presentan, las primeras de carácter general referidas bien a terminología o bien a las directrices que marcan el futuro de la Ingeniería Biológica y de la restauración, las segundas particularizando en cada una de las áreas en las que se dividió el congreso.

Estas conclusiones fueron elaboradas por el comité científico, presidido por Joao Paulo Fernández.

Conclusiones Generales

- Importancia de la clarificación de conceptos entre restauración, regeneración, rehabilitación y de campos de intervención de la restauración ecológica y de la Ingeniería Biológica.
- Necesidad de continuar con el desarrollo del conocimiento sistemático de la eficacia de las técnicas y de las especies de plantas así como sus dominios de aplicación del punto de vista técnico y ecológico.
- Importancia capital de los trabajos de control y seguimiento de las obras así como de comparación con técnicas y sistemas tradicionales, teniendo siempre en cuenta la opción de no intervención.
- Necesidad de considerar las distintas escalas de intervención y la integración de todos los interesados (población, autoridades, empresas, ecosistemas).

Conclusiones de los distintos temas tratados durante el congreso:

Áreas costeras y dunares - Hay un número creciente de intervenciones exitosas desde el punto de vista de la recuperación. Sin embargo, todavía sigue siendo necesaria una mayor sistematización de las técnicas y materiales, alcanzando muy buenos resultados mediante la utilización de sistemas tradicionales y materiales locales. La producción de material vegetal sigue una cuestión fundamental, siendo necesaria una mayor evolución y desarrollo.

Humedales - La recuperación de humedales en espacio mediterráneo plantea distintos problemas derivados de profunda perturbación de estos sistemas y de la diversidad bioclimática, hidrológica y edáfica. Se enfatizó la importancia de la integración de las intervenciones desde la ubicación local hacia la cuenca, destacando la necesidad de involucrar a las poblaciones y propietarios.

Áreas fluviales - La restauración de ríos y riberas es una prioridad donde hay que implementar todas las posibilidades abiertas por la directiva marco. La gestión de áreas fluviales tiene que evolucionar en el sentido de una maximización de la naturalidad de los sistemas, siempre que sea posible, adecuándose el resto de los usos a las limitaciones definidas por los ecosistemas fluviales.

Ingeniería Biológica en el Mediterráneo - Los desafíos particulares que el ambiente Mediterráneo plantea a la Ingeniería Biológica determinan el desarrollo de nuevas técnicas, la experimentación sobre la vegetación más adecuada y la consideración de una temporalidad distinta en comparación con Europa Central. El control y seguimiento son instrumentos cruciales en el desarrollo de estas técnicas. El conocimiento sobre la eficacia de las distintas técnicas y sus dominios de aplicación muestra importantes evoluciones.

Infraestructuras - Importancia de integración del proyecto y construcción de la obra de restauración en el proceso de construcción y mantenimiento de las carreteras. Importancia de las áreas residuales. Necesidad de comparar resultados con los métodos más tradicionales.

Restauración de canteras - Necesidad de considerar que las limitaciones edafo-climáticas que se plantean al desarrollo de la vegetación, necesitan que las intervenciones se desarrollen simultáneamente con la experimentación. Es crítica la necesidad de alargar la investigación y el control así como el estudio de la gestión de los procesos de sucesión ecológica.

Vegetación y materiales - El desarrollo de una sistematización de la información ecológica y biogeográfica con vista a la identificación de las especies y comunidades vegetales más adecuadas a cada zona es un elemento clave I. La experimentación y desarrollo en el dominio de los materiales complementarios en términos de coste y eficacia es fundamental.

Restauración ecológica - Los desafíos que se nos plantean ante un futuro presionado por intensidades de perturbación y cambios globales, exigen que se desarrolle una mayor conciencia y cultura con vista no solo a la protección, como a la creación de capital natural.

La naturaleza nos plantea el desafío de futuro por el que la comprendamos mejor y consigamos que la biología y la ecología sean cada vez más su soporte.