

Diseño de un programa de estudio para curso optativo en Biotecnología vegetal para estudiantes de preuniversitario

Alejandro G. Araújo Rodríguez

Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas Ernesto Guevara (IPVCE). Carretera a Camajuaní km 3.3. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. e-mail: araujoa@ce.vc.rimed.cu

RESUMEN

Los Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas (IPVCE) son centros escolares de la enseñanza preuniversitaria. Para introducir la Biotecnología vegetal en el programa de estudio de los estudiantes, aumentar la cultura sobre esta especialidad y motivarlos hacia carreras relacionadas este trabajo tuvo como objetivo diseñar un programa para el curso optativo en Biotecnología vegetal. A partir de un proceso de diagnóstico, la metodología para el diseño del programa se basó fundamentalmente en el principio de la asimilación consciente de forma dialéctica creativa así como la aplicación de técnicas participativas y de trabajo independiente como fundamento dialéctico rector. Se definieron objetivos formativos y se persigió la formación de habilidades investigativas en los alumnos. Se diseñó un programa para el curso optativo en Biotecnología vegetal que comprende actividades teóricas y prácticas así como componentes de metodología de la investigación. Los estudiantes transitan por seis niveles en los cuales adquieren habilidades investigativas a partir del trabajo en el laboratorio de cultivo de tejidos (Biofábrica). En este se establece un sistema coherente para la producción, la docencia y la investigación así como una metodología de trabajo capaz de mantener la motivación y la asimilación de la teoría básica para la biotecnología a partir de los conocimientos de otras asignaturas. Los resultados de la aplicación del programa han sido satisfactorios.

Palabras clave: biología, cursos optativos habilidades investigativas.

Designing a curriculum for Plant Biotechnology elective course for students in pre-university

ABSTRACT

To introduce the plant biotechnology in the curriculum of Vocational Pre-university Institutes of Sciences (IPVCE), increase the culture of the students in this specialty and motivate them to related careers, this study aimed to design a curriculum for the elective course in plant biotechnology. Starting from a diagnostic process, the methodology for program design was based primarily on the principle of conscious assimilation of creative dialectical form and implementation of participatory techniques and independent work as dialectical foundation rector. Formative objectives were defined and the forming of research skills in students is pursued. A program for the elective course in plant biotechnology comprising theoretical and practical activities as well as components of research methodology was designed. Students transiting through six levels at which they acquire skills from investigative work in the tissue culture laboratory (Biofactory). In this, a coherent system for the production, teaching and research as well as a methodology able to stay motivation and assimilation of the basic theory for biotechnology from the knowledge of other courses is established. The results of the implementation of the program have been satisfactory.

Key words: biology, electives courses, research skills.

INTRODUCCIÓN

Los Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas (IPVCE) son centros escolares de la enseñanza preuniversitaria. En ellos se profundiza en las ciencias y la técnica, a partir de la aplicación del principio del politecnismo y la combinación del estudio con el trabajo. El plan de estudio incluye cursos optativos para la preparación de los estudiantes

según sus intereses. Para el ingreso a estos centros los graduados de noveno grado deben vencer exámenes de concursos de Matemática, Español e Historia de Cuba (Pérez *et al.*, 2009).

Los cursos optativos se imparten a través de talleres prácticos para contribuir a la orientación profesional, científica y técnica de los estudiantes, favorecer el desarrollo de la

motivación hacia las profesiones y desarrollar habilidades para la actividad científica, investigativa y creadora. Por sus particularidades, las formas de organización que se utilicen deben promover el trabajo cooperado y contribuir a despertar intereses cognoscitivos hacia las diferentes áreas del conocimiento.

En el IPVCE 'Comandante Ernesto Guevara' ubicado en Santa Clara, Cuba, a propuesta del Instituto de Biotecnología de las Plantas y para garantizar en el futuro la formación de cuadros técnicos y científicos que demanda el desarrollo biotecnológico de la región central del país, se creó en 1991 un laboratorio de cultivo de tejidos de plantas (Biofábrica), con fines docentes para la captación de los mejores estudiantes hacia las carreras relacionadas con la Biotecnología. La existencia de la instalación hizo posible introducir esta ciencia en la enseñanza preuniversitaria.

Entre los propósitos principales se encontraban introducir la Biotecnología vegetal en el programa de estudio de los estudiantes para aumentar la cultura sobre esta especialidad y motivarlos hacia carreras relacionadas. Sin embargo, se identificaron necesidades que debían satisfacerse para lograr este objetivo. Entre ellas se encontraban:

- diseño de actividades que articularan los conocimientos adquiridos por los estudiantes en asignaturas como Matemática, Física, Química y Biología con los distintos procesos biotecnológicos que se ponen de manifiesto en el proceso investigativo-productivo,
- establecimiento de un proceso productivo que generara plantas *in vitro* de diferentes especies de plantas con calidad y que sirvieran de material vegetal base para producciones de este laboratorio y de otros que se podrían crear en similares centros de enseñanza,
- elaboración de un programa para la asignatura Biotecnología vegetal para la enseñanza preuniversitaria, específicamente para IPVCE, que contemplara el desarrollo de habilidades prácticas en los alumnos en cuanto al manejo de equipos, procesos químicos y biológicos con el objetivo de crear una formación vocacional y orientación

profesional hacia las carreras relacionadas con las ciencias agrícolas tan necesarias para el país,

- establecimiento de una estrategia didáctica y coherente que permitiera desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes y
- diseño de investigaciones que enseñaran a investigar.

En el diseño inicial del programa en el año 1991 se definió potenciar la actividad práctico-productiva sin disminuir los aspectos teóricos tanto de contenido de biotecnología como de metodología de la investigación.

Así se trabajó hasta que el Ministerio de Educación en el año 2009 orientó cambios curriculares para los IPVCE, entre los cuales se encontraba introducir la asignatura optativa de perfil científico técnico (MINED, 2009). Se decidió la creación del grupo optativo de biotecnología, sin embargo el programa de estudio requería de un perfeccionamiento para ser utilizado dentro del currículo con una frecuencia de 4 horas clases en la quincena y cuatro horas de trabajo práctico en el tiempo destinado a las labores productivas.

Para dar solución a estas necesidades se inició esta investigación encaminada a diseñar un programa para el curso optativo en Biotecnología vegetal que contemplara, además, aspectos de metodología de la investigación científica para motivar a los estudiantes del IPVCE hacia el trabajo científico.

DESARROLLO

Para el diseño del programa del curso optativo se desarrolló un proceso de diagnóstico en el que se verificó lo normado para la formación de las habilidades investigativas en estudiantes de preuniversitario y se estudiaron los programas de las asignaturas de física, química y biología para comprobar los temas que se relacionaban en alguna medida con los procesos y contenidos esenciales de la biotecnología vegetal. Además, se comprobó que no existían antecedentes de este tipo de curso en otras instituciones docentes de preuniversitario en el país y se tuvieron en

cuenta los resultados investigativos para la formación de habilidades investigativas en biotecnología vegetal y la motivación por especialidades relacionadas con la física la química y la biología en los estudiantes.

La metodología para el diseño del programa se basó fundamentalmente en el principio de la asimilación consciente de forma dialéctica creativa y la aplicación de técnicas participativas y de trabajo independiente como fundamento dialéctico rector. Se definieron como objetivos formativos los siguientes:

- proponer un sistema algorítmico didáctico-alternativo para desarrollar un programa docente-productivo-investigativo que contribuyera a la formación de valores, una cultura científico técnica y estimulara la creatividad en los estudiantes, preparándolos como futuros investigadores,
- ropiciar resultados concretos que permitieran la formación vocacional y orientación profesional hacia las carreras relacionadas con la biotecnología en la captación de primeros expedientes a partir del trabajo científico – técnico y la investigación científica e
- introducir a los estudiantes en el conocimiento de la Biotecnología vegetal mediante el desarrollo de un programa teórico – práctico en el laboratorio de cultivo de tejidos.

El programa del curso optativo de biotecnología vegetal persigue la formación de habilidades investigativas en los alumnos del IPVCE y se caracteriza por el tratamiento de los distintos procesos biotecnológicos de forma práctica y teórica: en la medida en que el alumno se entrena en el trabajo del laboratorio recibe la teoría básica y los elementos esenciales de la metodología de la investigación científica formando así habilidades investigativas y aprendiendo a investigar investigando. Todo ello se recoge en el plan temático propuesto (Tabla 1).

El trabajo desarrollado en la biofábrica del IPVCE por más de 18 años aplicando diferentes variantes de programas de carácter docente productivo – investigativo, permitió adaptar el programa que se

impartía a los nuevos requerimientos del curso optativo de perfil científico técnico.

En el nuevo programa general la actividad práctica pasó al primer plano y se creó un sistema de actividades organizadas por niveles de conocimiento que parte del diagnóstico de los estudiantes. La teoría se imparte en esta propuesta cuando las condiciones motivacionales están creadas, después que el alumno se ha identificado con los equipos, materiales y procesos. Se completa así todo un algoritmo de trabajo que lleva a una preparación técnica del estudiante y se crean las condiciones elementales para el desarrollo de habilidades a las que se les da un tratamiento diferenciado de forma práctica y directa (Figura 1).

Por otra parte, se incorporan aspectos teóricos sobre metodología de la investigación que necesita en cada momento el estudiante para desarrollar sus proyectos de investigación que pueden tener mayor o menor nivel según las posibilidades individuales. Posteriormente se presentan trabajos de forma individual o colectiva en un evento científico estudiantil organizado al finalizar cada curso escolar, pues se concibe la investigación de los alumnos como la etapa superior del conocimiento teórico - práctico.

Desde el primer día de actividades en el cual se convierte al estudiante en un sujeto activo. Según sus características individuales, debe llenar por sí mismo parte del vacío de conocimientos en la medida en que los necesita, en esto juega un papel importante el trabajo grupal. La exigencia se aumenta paulatinamente hasta lograr la articulación total con el contenido.

El programa se inicia con una introducción general (en los primeros encuentros) donde se tratan aspectos históricos funcionales abordando las medidas de seguridad y protección de equipos, procesos y personas, posteriormente se dividen los grupos en equipos de trabajo (de dos a cinco estudiantes) y se les asignan actividades como ayudantes de los técnicos, de profesores o estudiantes de otros años con más experiencia.

Tabla 1. Plan temático propuesto para el curso optativo Biotecnología vegetal para Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas.

Tema	Horas /clase	Temas
1	6	Introducción a la Biotecnología vegetal
2	6	Características de la Biotecnología vegetal
3	10	El trabajo en el laboratorio de cultivo de tejidos (biofábrica)
4	6	Medios de cultivo
5	4	Las células vegetales y el tejido meristemático
6		Acción de las diferentes sustancias sobre el tejido vegetal
7	8	Procesos de limpieza y esterilización en el laboratorio de cultivo de tejidos
8	10	Trabajo en el área de cuartos de siembra
9	10	Trabajo en el área de cámaras de crecimiento con luz solar
10	2	Aclimatización de plantas
11	2	Otros métodos de investigación/ producción de plantas en el laboratorio
12	28	La investigación científica en la biofábrica

Nivel A: Actividades práctico demostrativas

En este nivel es propósito estimular el desarrollo de capacidades y motivaciones ya que en los alumnos se produce una relación natural con los diferentes instrumentos, objetos, sustancias, materiales y equipos del laboratorio. Así comienzan a manifestar las habilidades hacia las operaciones y acciones. Esto resulta de gran motivación para el estudiante ya que puede ir descubriendo sus posibilidades en este campo.

A los alumnos se les habla sobre temas como la historia de la biofábrica y resultados obtenidos por otros alumnos en los años anteriores. Todo se hace para ir creando un ambiente de trabajo en equipo que desarrolla valores como el compañerismo, en la medida en que se logra la compenetración entre todos (incluyendo profesores y técnicos) y se va descubriendo en ellos las potencialidades más elementales relacionadas con los objetivos de este proyecto (todo esto se desarrolla de manera espontánea e informal en las clases).

Nivel B. Actividades prácticas

En este nivel, según los resultados concretos y las diferencias individuales comprobadas, los equipos se reestructuran tratando de que todos sus integrantes tengan características

similares respecto al aprendizaje, así las actividades prácticas estarían siempre en función de las particularidades de sus integrantes (Figura 2). Las operaciones se asignan de la siguiente forma: a los alumnos que están en el nivel medio y por encima se les dan las tareas más complejas como el trabajo del área aséptica y la confección de medios de cultivo. A los demás se les ocupa en la desionización del agua, fregado y esterilización. Al estar ellos en un nivel de operatividad técnica independiente se van sintiendo más responsables. Así se permite adquirir nuevos conocimientos a la vez que se desarrolla, por sí sola, una cultura científica de forma indirecta. Llega a constituir este nivel uno de los más importantes de todo el sistema ya que como no se ha dado aún una completa teoría y se asignan responsabilidades y cuestionamientos, el alumno tratará de buscar esa explicación de por qué o para qué se hace tal operación. Como regularidad casi todos los estudiantes preguntan, incluidos los de décimo grado, también se les hacen preguntas y se van acostumbrando a preguntar el porqué de las cosas; se les inducen los cuestionamientos motivándolos para que indaguen por sí mismos y busquen las respuestas de todo con todos. En la medida de las posibilidades se van rotando los equipos por todos los departamentos y se define así cuándo deben pasar al nivel C.

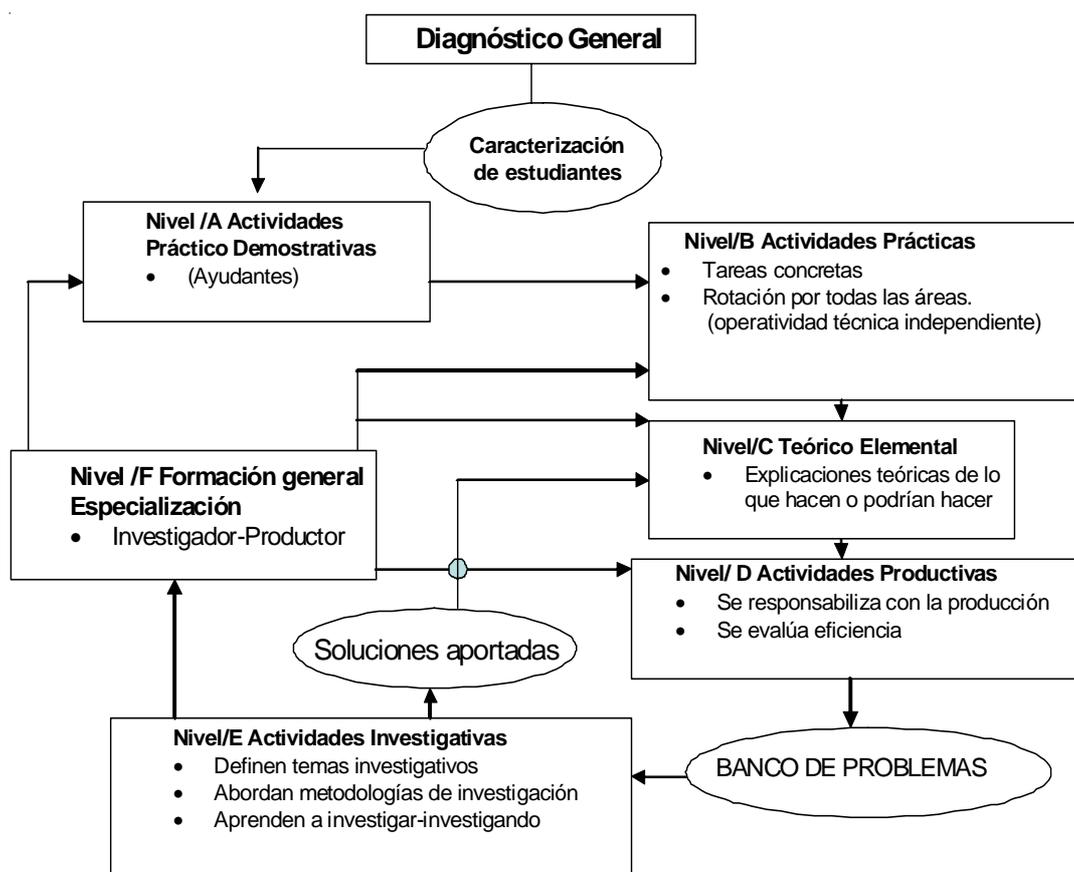


Figura 1. Algoritmo general del Programa del curso optativo Biotecnología vegetal para el IPVCE.

Nivel C. Teórico elemental

Cuando el alumno adquiere las habilidades elementales para el trabajo, después de rotar por todos los departamentos, entonces se comienza a recibir el curso teórico que se realiza por grupos o por equipo de trabajo.

Los aspectos teóricos nunca se separan de la práctica. En este programa de teoría elemental se dosifican los contenidos para lograr una interacción práctica conocida - teoría de base de física, química, biología y conocimientos de profundización elementales según el nivel de escolaridad y, en la medida en que asimilan, pueden ampliarse los contenidos sobre biotecnología.

El desarrollo de los distintos temas se adapta siempre al equipo en dependencia del tiempo disponible para la teoría, teniendo siempre en cuenta que no se puede dejar de trabajar y producir. Con este método, la transmisión de

conocimientos teóricos fluye de una forma espontánea, directa y amena, incluso puede lograrse que la clase sea un proceso muy activo, donde los alumnos juegan un papel esencial ya que se entabla una conversación sobre la práctica conocida, teoría por conocer y así, según se manifieste el aprendizaje, este dará la medida de la profundidad con que se debe tratar el contenido y los temas más importantes. Hay que destacar que estas actividades teóricas se abordan en grupos o equipos a medida en que se trabaja en algún proceso o en forma de clase en el aula.

Nivel D. Actividades productivas

Aunque desde el primer día se manifiesta, sólo se llega a este nivel cuando los alumnos pasan a ser un trabajador más y esto ocurre en la medida en que el estudiante demuestra capacidad, habilidad en el trabajo y dominio de la teoría. Aquí se asignan normas y se analizan todos los aspectos de la producción



Figura 2. Participación de los estudiantes en actividades prácticas del curso optativo en Biotecnología vegetal.

tales como la calidad, productividad y eficiencia del trabajo. En esta etapa al estudiante de 10mo grado aparentemente se le deja solo en el trabajo pues es observado regularmente por otros estudiantes más preparados o por los técnicos y profesores. Resulta imprescindible discutir la importancia de la producción, destacar a aquellos que lo hacen mejor y estimular a los cumplidores. Uno de los aspectos que más resultados presenta en este nivel para lograr la mayor eficiencia y perfeccionar el trabajo educativo es establecer un ciclo de entrevistas individuales donde se analiza la situación de la biofábrica, se escucha su opinión personal sobre todo lo que ocurre, se valora la situación familiar y social tratando siempre de que el alumno se proyecte y se analice críticamente. De esta actividad se derivan muchas otras no sólo para el trabajo sino para la formación de los estudiantes, como por ejemplo, entrevistas con los guías del grupo, profesores de la escuela, visitas a padres con cualquier pretexto para prepararlos respecto al cambio de actitud de su hijo; en ocasiones se les propone que inviten a su padres a la biofábrica.

Durante todo el curso, al alumno se le hacen ver las necesidades que se tienen en cada

departamento así como las probables investigaciones científicas que podrían emprenderse, de manera que aquí comprendan la necesidad y posibilidad de investigar. Se pasa entonces al nivel E.

Nivel E. Actividades investigativas

En el nivel E cada tema a investigar es valorado por los profesores y se proyectan sus posibles resultados tanto teóricos como prácticos, para después inducir a los alumnos a descubrir la necesidad de hacer la investigación y formar así los equipos de investigación (casi siempre coincide con los grupos o equipos de trabajo). Se discuten los problemas científicos y las posibles hipótesis para su solución. Posteriormente van tratando aspectos elementales de la metodología de la investigación científica según se necesite de una forma sencilla y elemental teniendo en cuenta lo mínimo que necesita para abordar la investigación que van a realizar, por ejemplo: cómo hacer el diseño, cómo definir el problema, el tipo de investigación, la hipótesis, cómo redactar los objetivos, los métodos los registros de los datos y su análisis estadístico, cómo hacer la ponencia o el informe científico, cómo exponer en un evento científico, etc. (siempre de una forma práctica).

En algunos casos se proponen temas que salen del marco de la biotecnología pero por la preparación que tienen los alumnos pueden enfrentarlo y, por supuesto, al estudiante de 10mo grado, cuando inicia, se le asignan los más sencillos o menos profundos en correspondencia con sus posibilidades.

Durante todo el desarrollo de la investigación, los estudiantes realizan las operaciones necesarias y computan los datos estadísticos siempre guiados por el profesor para así poderlos conducir a los resultados deseados. Esto se hace el primer año, ya en los demás se pueden dejar solos dedicándose el profesor a controlar e inducir el proceso de la investigación desde fuera. Los informes escritos se confeccionan por equipos y aproximadamente en el mes de mayo los trabajos se presentan en un evento científico estudiantil en el laboratorio y los mejores se perfeccionan para competir a otros niveles.

En este nivel se desarrolla el sistema de habilidades investigativas mencionado anteriormente.

Nivel F. Formación general

Se llega a este nivel después de que el estudiante tiene la posibilidad de discutir su trabajo de investigación en un evento científico, aunque desde el primer día en que el alumno llega al laboratorio se inicia un proceso de formación general. Al iniciarse en los niveles (A y B), cuando se adentran en el trabajo, comienzan a adquirir mayor responsabilidad, aprenden a trabajar en equipos (compartir la responsabilidad), definiéndose bien en el Nivel (C), cuando al abordar la teoría se establecen determinados procesos de comunicación entre todos y al tener la posibilidad de escuchar, decir y debatir determinados criterios, opiniones y análisis, desarrollan el sentido de reflexión y la autoestima crece, aspectos que se profundizan en el Nivel (D) durante las actividades productivas directas. Por el grado de responsabilidad individual y colectiva que se genera, aquí el estudiante se ve sometido a una disciplina científica que lo conduce a cambiar sus modos de actuación, a pensar con más profundidad y a establecer un orden lógico en sus acciones que alcanza su máxima expresión en el Nivel (E), cuando se enfrenta a la realización de una investigación o parte de esta, proceso que se puede evaluar

perfectamente durante la elaboración y discusión del informe científico. Por eso al llegar a este Nivel (F), se entiende haber alcanzado la primera etapa de su formación general y está en condiciones para el próximo curso repetir todo el proceso con otro grado de profundidad en todos los niveles, a lo que se agrega que también se convierten en 'asesores' de los nuevos estudiantes de 10mo grado, aspecto este que contribuye a la madurez intelectual y formal de todos, mejoran sus condiciones para seguir investigando en cualquier rama y logran una mayor motivación por las investigaciones y las carreras relacionadas con la agricultura y la Biotecnología en particular.

CONCLUSIONES

A partir de experiencias de trabajo en el IPVCE Ernesto Che Guevara se diseñó un programa para el curso optativo en Biotecnología vegetal que comprende actividades teóricas y prácticas así como componentes de metodología de la investigación. Los estudiantes transitan por seis niveles en los cuales adquieren habilidades investigativas a partir del trabajo en el laboratorio de cultivo de tejidos (Biofábrica). En este se establece un sistema coherente para la producción, la docencia y la investigación así como una metodología de trabajo capaz de mantener la motivación y la asimilación de la teoría básica para la biotecnología a partir de los conocimientos de otras asignaturas. Con la aplicación de este programa se apreció una tendencia ascendente en todos los indicadores relacionados con la formación de habilidades investigativas así como en la motivación hacia carreras relacionadas con la biotecnología, principalmente biológicas y químicas.

REFERENCIAS

MINED (2009) Esquema del plan de estudios de los Institutos Preuniversitarios Vocacionales de Ciencias Exactas. Ministerio de Educación. La Habana.

Pérez F A, Santos E M, Fundora R A, Mezquita J C, Jardín LR, Leal H, Carvajal K, Ruiz N (2009) Principales transformaciones en el Preuniversitario cubano. Desempeño Profesional del profesor. Curso 5. Sello Editor Educación Cubana. La Habana.

Recibido: 10-01-2013

Aceptado: 15-07-2013

