



# Certificación Núm. 39

## Año Académico 2020-2021

*Yo, Claribel Cabán Sosa*, Secretaria del Senado Académico del Recinto de Río Piedras, Universidad de Puerto Rico, **CERTIFICO QUE:**

En la reunión ordinaria a distancia celebrada de forma asincrónica a partir de 12 de noviembre de 2020, y culminada de forma sincrónica el 17 de noviembre de 2020, se acordó por unanimidad:

- Aprobar la **Propuesta de Concentración Menor en Programación y Computación**, de la Facultad de Ciencias Naturales.
- La Propuesta forma parte de esta Certificación.

**Y para que así conste**, expido la presente Certificación bajo el sello de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, a los dieciocho días del mes de noviembre del año dos mil veinte.

Dra. Claribel Cabán Sosa  
Secretaria del Senado

yrs

Certifico correcto:

Dr. Luis A. Ferrao Delgado  
Rector

Anejo



**Departamento de Ciencia de Cómputos  
Facultad de Ciencias Naturales  
Recinto de Río Piedras  
Universidad de Puerto Rico**

**Propuesta de Concentración Menor en Programación y Computación  
A tenor con la Certificación Núm. 44 2019-2020**

**Aprobada en Reunión Departamental de Departamento de Ciencia de Cómputos  
el 14 de febrero de 2020**

**Aprobada por el Comité de Asuntos Académicos de la Facultad de Ciencias Naturales  
en la reunión del miércoles 26 de febrero de 2020**

**Aprobada por el Comité de Asuntos Académicos del Senado Académico  
en la reunión a distancia del 27 de octubre de 2020**

**Aprobada por el Senado Académico  
en la reunión ordinaria a distancia del 12 al 17 de noviembre de 2020  
(Certificación Núm. 39, Año Académico 2020-2021)**

## Tabla de Contenido

|   |    |
|---|----|
| A. Título de la Concentración Menor: Concentración Menor en Programación y Computación.   | 3  |
| B. Objetivos y Justificaciones  | 3  |
| Resumen de objetivos  | 5  |
| C. Evidencia de cumplimiento con los estándares y los requisitos de la acreditación profesional y de las instancias que otorgan las certificaciones o las licencias, según aplique. | 5  |
| D. Diseño curricular  | 6  |
| CCOM 3031 - Ciencia de Datos  | 6  |
| CCOM 3033 - Introducción a la Programación de Computadoras  | 7  |
| CCOM 3034 - Estructuras de Datos  | 7  |
| CCOM 4027 - Introducción al Manejo de Datos   | 7  |
| E. Requisitos generales   | 8  |
| F. Criterios de cumplimiento satisfactorio: índices académicos mínimos  | 8  |
| Plan de avalúo  | 9  |
| Objetivos e instrumentos por curso.   | 10 |
| Recolección de datos  | 11 |
| ANEJOS  | 12 |

**Propuesta de Concentración Menor en Programación y Computación  
A tenor con la Certificación Núm. 44 2019-2020**

**Departamento de Ciencia de Cómputos  
Facultad de Ciencias Naturales  
Recinto de Río Piedras  
Universidad de Puerto Rico**

**A. Título de la Concentración Menor: Concentración Menor en Programación y Computación.**

El Departamento de Ciencia de Cómputos (CCOM) de la Facultad de Ciencias Naturales (CN) del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico propone una Concentración Menor en Programación y Computación a tenor con la Certificación Núm. 44 2019-2020. La Concentración Menor cumple con las metas y objetivos de la Universidad de Puerto Rico de proveer al estudiante “alternativas curriculares destinadas a enriquecer y diversificar su experiencia y formación sub graduada” y “desarrollar programas innovadores que apoyen y contribuyan a la transformación y progreso de la sociedad puertorriqueña, la economía y calidad de vida”.

**B. Objetivos y Justificaciones**

La computación es una de las carreras con más demanda a nivel global. Hay una gran necesidad de profesionales con conocimientos computacionales en todas las áreas del saber, particularmente en STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Prueba de esto es la inversión por agencias federales en programas que promueven la educación en Ciencia de Cómputos a nivel escolar GK-12 (STEM+C<sup>1</sup>) y programas que introduzcan la computación en distintas áreas del saber. El programa STEM+C inicia con la visión de que la computación se ha vuelto una parte integral de la práctica de las ciencias, y busca satisfacer la necesidad y urgencia de preparar estudiantes con las habilidades y competencias necesarias en un mundo que depende de la computación. Muchos problemas y tareas en STEM, tales como cuidado médico, transportación y otros están siendo resueltos de forma acelerada gracias a la incorporación de estrategias y/o modelos computacionales.

Cuando surge la iniciativa CS4All durante la presidencia de Barack Obama, una de las motivaciones fue<sup>2</sup> que “Proveer acceso a la Ciencia de Cómputos es un paso para asegurar que la nación se mantenga competitiva en la economía global”, además de que “Ciencia de

---

<sup>1</sup> STEM + Computing Partnerships (STEM+C). <https://www.nsf.gov/pubs/2017/nsf17535/nsf17535.htm>  
CS4ALL, <https://www.csforall.org>

<sup>2</sup> FACT SHEET: President Obama Announces Computer Science For All Initiative”  
(<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/01/30/fact-sheet-president-obama-announces-computer-science-all-initiative-0>)

Cómputos no es solo importante para el sector tecnológico, sino también para un número creciente de industrias, que incluyen transportación, cuidado médico, educación y servicios financieros, que utilizan software para transformar sus productos y servicios. Más de dos terceras partes de todos los trabajos en tecnología son fuera del sector de la tecnología. Más allá, se proyectaba que para el 2018 el 58% por ciento de todos los trabajos STEM serían relacionados a la computación. Más aún, el U.S. Bureau of Labor Statistics proyecta que el mercado laboral para las profesiones relacionadas a computación crecerá en 16% del 2018 al 2028<sup>3</sup>.

El objetivo principal de la Concentración Menor que proponemos es darle las herramientas esenciales a estudiantes de todas las áreas del saber, particularmente a los de STEM, para que puedan destacarse en trabajos relacionados a su área de Concentración Mayor mientras aplican el pensamiento computacional para descubrir, innovar, y realizar sus labores forma más eficiente. Esta Concentración Menor producirá una fuerza laboral para el Puerto Rico del siglo 21: diversa, con conocimientos en computación y listos para contribuir a la economía del país por medio de investigación moderna en sus áreas de Concentración Mayor, o en la creación de nuevos proyectos computacionales que solucionen problemas de la sociedad. Esta concentración menor proveerá las herramientas necesarias para producir soluciones a problemas utilizando software.

Uno de los impactos amplios más importantes de esta Concentración Menor es darle mayor acceso a personas con diversidad funcional de poder ejercer y dedicarse al área de conocimiento que le apasiona a través de la computación<sup>4</sup>. Se orientará a los estudiantes con diversidad funcional del recinto que combinar sus áreas de concentración con Ciencia de Cómputos les abrirá las puertas a una gama de empleos relacionados a su área de concentración mayor que con alta probabilidad se acomoden a sus necesidades.

La concentración menor que proponemos beneficiará a una gran cantidad de estudiantes del sistema UPR, particularmente a los programas de STEM, que quieran adquirir destrezas que les amplíen el espectro de posibilidades de empleo, investigación, o escuela graduada.

Proponemos una Concentración Menor en Programación y Computación que consiste en la aprobación de 12 créditos en cursos medulares del Bachillerato en Ciencia de Cómputos de la Facultad de Ciencias Naturales. Esta concentración menor ampliará las oportunidades de los estudiantes de la Universidad de Puerto Rico (UPR) en el mercado laboral y estudios graduados. Este programa será de interés a cualquier estudiante del sistema UPR que interese combinar su campo de estudio primario con computación. Sabemos que el programa será de impacto inmediato a estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales. Este grado menor constará en el expediente académico para beneficio del estudiante.

---

<sup>3</sup> U.S. Bureau of Labor Statistics. Occupational Outlook Handbook: Computer and Information Technology. [https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/computer-and-information-research-scientists.htm?view\\_full](https://www.bls.gov/ooh/computer-and-information-technology/computer-and-information-research-scientists.htm?view_full)

<sup>4</sup> Perspectives of STEM Students with Disabilities: Our Journeys, Communities, & Big Ideas. <https://www.washington.edu/doi/book/export/html/6936>

## Resumen de objetivos

Al finalizar el programa el estudiante podrá:

| Objetivo   | CCOM |      |      |      |
|--|------|------|------|------|
|  | 3031 | 3033 | 3034 | 4027 |
| <b>Objetivo 1:</b> Desarrollar programado para resolver problemas de impacto con fines prácticos a la sociedad o en su concentración mayor.                          | x    | x    | x    | x    |
| <b>Objetivo 2:</b> Aplicar los conceptos fundamentales de estructuras de datos, tipos de datos abstractos programación modular y métodos de búsqueda y ordenamiento. |      |      | x    | x    |
| <b>Objetivo 3:</b> Analizar la complejidad en tiempo y espacio de algoritmos sencillos y expresarla usando notación "big-O".   |      |      | x    |      |
| <b>Objetivo 4:</b> Utilizar técnicas adecuadas de normalización para el diseño de una base de datos.   |      |      |      | x    |
| <b>Objetivo 5:</b> Usar el Lenguaje de consulta estándar (SQL) para implementar bases de datos y hacer consultas sobre ellas.  |      |      |      | x    |
| <b>Objetivo 6:</b> Desarrollar un sistema de base de datos para manejar un problema del mundo real.  |      |      |      | x    |
| <b>Objetivo 7:</b> Trabajar en equipos para desarrollar un proyecto.   | x    |      |      | x    |

### C. Evidencia de cumplimiento con los estándares y los requisitos de la acreditación profesional y de las instancias que otorgan las certificaciones o las licencias, según aplique.

El programa de Ciencia de Cómputos está acreditado por la agencia acreditadora de programas de Computación e Ingeniería ABET hasta el año 2022. La adición del grado menor propuesto no afecta la acreditación del programa, ya que todos los cursos incluidos en el menor ya son parte de la oferta regular del programa de bachillerato en Ciencia de Cómputos.

## D. Diseño curricular

La Concentración Menor en Programación y Computación requiere la aprobación de una secuencia de 4 cursos (**12 créditos en total**) regulares del Bachillerato en Ciencia de Cómputos. Para los estudiantes cuyos programas no requieren tomar un curso de precálculo o equivalente su secuencia será de (15 créditos total). En el caso de los programas de la Facultad de Ciencias Naturales, todos los programas tienen precálculo como requisito y no se cuentan en la cantidad de créditos del programa. La Figura 1 muestra la secuencia curricular de la CMC. Un estudiante que desee completar la Concentración Menor también puede usar estos 12 créditos para satisfacer los cursos electivos libres de su Concentración Mayor. Todos los estudiantes del sistema UPR tendrán la oportunidad de participar de esta Concentración Menor, excepto aquellos que estén estudiando Ciencia de Cómputos u otros grados relacionados a Computación, en los cuales los cursos de la secuencia ya forman parte de los requisitos del programa. El primer curso de la secuencia (CCOM 3031) no tiene pre-requisitos. El pre-requisito para tomar el segundo curso de la secuencia (CCOM 3033) es haber aprobado un curso de Pre-Cálculo (MATE 3171) o su equivalente. El tercer (CCOM 3034) y cuarto curso (CCOM 4027) solo tienen como pre-requisitos los cursos que le preceden. Ver Figura 1.



**Figura 1.** Secuencia de Cursos de CCOM para el grado Menor en Programación y Computación. MATE3171 se puede tomar concurrentemente con CCOM3031, si el estudiante es de alguna facultad donde no se tome cursos de Pre-Cálculo o Equivalentes.

1. Cursos para el grado menor que se ofrecen en el Departamento de Ciencia de Cómputos. Todos los cursos son de 3 créditos y son parte de la oferta regular del Bachillerato en Ciencia de Cómputos.

### **CCOM 3031 - Ciencia de Datos**

Ciencia de Datos es un campo interdisciplinario que requiere estadísticas, computación y experiencia en dominios para resolver problemas complejos mediante la extracción de conocimientos de grandes repositorios de datos. Este curso es una clase electiva de programación introductoria, aplicada, colaborativa que reúne a estudiantes de diferentes disciplinas, incluyendo biología y otras ciencias naturales, estadísticas, ciencias de la computación y otras áreas, para trabajar en proyectos locales, culturalmente relevantes, utilizando conjuntos de datos reales. Al final de este curso, los estudiantes podrán limpiar y manipular datos, usar bibliotecas de ciencia de datos relevantes para analizar y visualizar datos para obtener conclusiones. Los estudiantes desarrollarán habilidades de pensamiento estadístico y se familiarizarán con las herramientas colaborativas e

interdisciplinarias necesarias para proyectos que puedan encontrar en pasantías de verano y futuras experiencias de investigación.

### **CCOM 3033 - Introducción a la Programación de Computadoras**

El curso provee una introducción a los fundamentos de la programación de computadoras y a la solución de problemas mediante el desarrollo de algoritmos, incluyendo técnicas de programación paralela. Los estudiantes dominarán las piezas básicas de un programa comenzando con estructuras de control usando instrucciones condicionales e iterativas con expresiones lógicas, así como la definición y uso de variables y tipos de datos. Desarrollarán procedimientos y funciones para tareas comunes que se repiten o más complejas que requieren descomposición, incluyendo funciones recursivas. Utilizarán tipos de datos estructurados tales como arreglos, cadenas, archivos y punteros. Además, los estudiantes estarán expuestos a la estructura de la computadora: medios de entrada y salida, memoria y unidad central de procesamiento. Se incluye también una visión general al campo de Ciencia de Cómputos y a su efecto en la sociedad, incluyendo principios éticos en computación. Es requerido obtener una calificación de A o B en CCOM 3033 para tomar el curso CCOM 3034.

### **CCOM 3034 - Estructuras de Datos**

El curso provee una introducción a los fundamentos de la programación de computadoras y a la solución de problemas mediante el desarrollo de algoritmos, incluyendo técnicas de programación paralela. Los estudiantes dominarán las piezas básicas de un programa comenzando con estructuras de control usando instrucciones condicionales e iterativas con expresiones lógicas, así como la definición y uso de variables y tipos de datos. Desarrollarán procedimientos y funciones para tareas comunes que se repiten o más complejas que requieren descomposición, incluyendo funciones recursivas. Utilizarán tipos de datos estructurados tales como arreglos, cadenas, archivos y punteros. Además, los estudiantes estarán expuestos a la estructura de la computadora: medios de entrada y salida, memoria y unidad central de procesamiento. Se incluye también una visión general al campo de Ciencia de Cómputos y a su efecto en la sociedad, incluyendo principios éticos en computación. Es requerido obtener una calificación de A o B en CCOM 3033 para tomar el curso CCOM 3034.

### **CCOM 4027 - Introducción al Manejo de Datos**

Introducción a los conceptos básicos de la organización y gestión de archivos en los medios de almacenamiento secundarios. Se discutirá:

- Conceptos introductorios de la base de datos.
- Técnicas para la gestión de archivos internos y externos: búsqueda, clasificación, actualización, compresión, eliminación y fusión.

- Organización de archivos en dispositivos de almacenamiento de acceso directo y secuencial.
- El alumno llevará a cabo proyectos de programación en los que implementarán los conceptos del curso.

La Tabla 1 resume los cursos del Menor en Programación y Computación de nuestro Departamento.

**Tabla 1** - Oferta de cursos del Menor en Programación y Computación del departamento de Ciencia de Cómputos

| <b>Concentración menor en computación</b> |  |                       |                 |
|---|--|-----------------------|-----------------|
| <b>Codificación</b>                       | <b>Título</b>                                  | <b>Requisito</b>      | <b>Créditos</b> |
| CCOM 3031                                 | Ciencia de Datos                               | No tiene              | 3               |
| CCOM 3033                                 | Introducción a la Programación de Computadoras | CCOM 3031 y MATE 3171 | 3               |
| CCOM 3034                                 | Estructuras de Datos                           | CCOM 3033             | 3               |
| CCOM 4027                                 | Introducción al Manejo de Datos                | CCOM 3034             | 3               |

### **E. Requisitos generales**

Los estudiantes interesados deben haber aprobado el curso CCOM3033 con A o B para poder solicitar. Solicitarán admisión a la Concentración Menor en Programación y Computación del Departamento de Ciencia de Cómputos, llenarán la **Declaración de Intención** y llenarán y pagarán la **Solicitud de Concentraciones Múltiples**. Los estudiantes de programas que no tomen cursos de Pre-Cálculo deberán observar que el curso CCOM3033 tiene como pre-requisito tomar MATE3171. Para facilitar la participación de estos estudiantes el asesor académico del programa de Ciencia de Cómputos evaluará equivalencias a cursos de otros programas.

### **F. Criterios de cumplimiento satisfactorio: índices académicos mínimos**

Para cumplir satisfactoriamente con los requisitos de esta concentración menor los estudiantes deben aprobar los cursos de Ciencia de Cómputos con calificación mínima de C (70%), con excepción del curso CCOM 3033 Introducción a la Programación donde se le requerirá una calificación mínima de B (80%).

## Plan de avalúo

| Dominio                         | Objetivos  | Instrumento                                   | Responsable   | Expectativas  | Frecuencia |
|---------------------------------|--|---|---|---|------------|
| Investigación y creación        | Objetivo 1. Desarrollar programado para resolver problemas de impacto con fines prácticos a la sociedad o en su concentración mayor. | Ver instrumentos para Objetivo 1 en página 8. | Director del Departament o de Ciencia de Cómputos y/o profesores que dictan el curso. | Más del 66% de los estudiantes tendrán un nivel satisfactorio o mayor | Bienal     |
| Razonamient o lógico matemático | Objetivo 3. Analizar la complejidad en tiempo y espacio de algoritmos sencillos y expresarla usando notación "big-O".                | Ver instrumentos para Objetivo 3 en página 9. | Director del Departament o de Ciencia de Cómputos y/o profesores que dictan el curso. | Más del 66% de los estudiantes tendrán un nivel satisfactorio o mayor | Bienal     |
| Contenido de la disciplina      | Objetivo 1. Desarrollar programado para resolver problemas de impacto con fines prácticos a la sociedad o en su concentración mayor. | Ver instrumentos para Objetivo 1 en página 9. | Director del Departament o de Ciencia de Cómputos y/o profesores que dictan el curso. | Más del 66% de los estudiantes tendrán un nivel satisfactorio o mayor | Bienal     |

A continuación, listamos las actividades de nuestro plan de avalúo. Los resultados esperados para todas las actividades de avalúo es que al menos 66% de los estudiantes obtendrán puntuaciones de 3 o más en una escala de 0 a 5, basado en la rúbrica de la actividad.

### **Objetivos e instrumentos por curso.**

**Objetivo 1:** Desarrollar programado para resolver problemas de impacto con fines prácticos a la sociedad o en su concentración mayor.

- CCOM 3033. Proyecto de la clase. Desarrollar una aplicación sencilla que haga uso de estructuras de repetición, decisión, y programación modular.
- CCOM 3034. Proyecto de la clase. Desarrollar una aplicación que haga uso de estructuras de repetición, decisión, programación modular, estructuras de datos elementales, tipos de datos abstractos y algoritmos de búsqueda.
- CCOM 4027. Proyecto de la clase. Implementar una aplicación, aplicación web, o móvil que haga uso de una base de datos diseñada por el estudiante.

**Objetivo 2:** Aplicar los conceptos fundamentales de estructuras de datos, tipos de datos abstractos programación modular y métodos de búsqueda y ordenamiento.

- CCOM 3034. Proyecto de la clase. Desarrollar una aplicación que haga uso de estructuras de repetición, decisión, programación modular, estructuras de datos elementales, tipos de datos abstractos y algoritmos de búsqueda.

**Objetivo 3:** Analizar la complejidad en tiempo y espacio de algoritmos sencillos y expresarla usando notación "big-O".

- CCOM 3034. Pregunta de Examen. Analizar y comparar tiempo asintótico de algoritmos para la solución de un problema computacional.

**Objetivo 4:** Utilizar técnicas adecuadas de normalización para el diseño de una base de datos.

- CCOM 4027. Problema de asignación. Normalice la siguiente base de datos.

**Objetivo 5:** Usar el Lenguaje de consulta estándar (SQL) para implementar bases de datos y hacer consultas sobre ellas.

- CCOM 4027. Pregunta de examen. Implemente la consulta para obtener todos los artículos presentados en el journal Nature en el año 2000.

**Objetivo 6:** Desarrollar un sistema de base de datos para manejar un problema del mundo real.

- CCOM 4027. Proyecto. Desarrollar un sistema de base de datos normalizada para almacenar datos relacionados a un problema de tu campo de concentración mayor.

**Objetivo 7:** Trabajar en equipos para desarrollar un proyecto.

- CCOM 3031. Proyecto de análisis de datos donde los estudiantes acondicionarán y procesarán conjuntos grandes de datos para extraer información relevante y presentarla de forma visual efectiva.
- CCOM 4027. Proyecto final. Implementar una aplicación para computadora personal, navegador web, o móvil que haga uso de una base de datos diseñada por el estudiante.

### **Recolección de datos**

La recolección de datos de avalúo se realizará en todos los cursos del menor. Consistirá mayormente de las evaluaciones de ejercicios de laboratorio, presentaciones orales y ensayos. Además, realizaremos un cuestionario de entrada y uno de salida en los que el estudiante auto-evaluará sus actitudes y competencias en temas relacionados a los objetivos de la concentración.

## ANEJOS

Modelos sobre la secuencia curricular actual de la concentración en Química y de la concentración en Biología y la concentración menor en Programación y Computación

El Modelo 1 contiene la secuencia curricular de 4 años del programa de bachillerato en Química de la Facultad de Ciencias Naturales. Como podrá observar, el programa de bachillerato en Química requiere 18 créditos en electivas libres. Los 12 créditos necesarios para completar la concentración menor en computación podrían obtenerse de la siguiente forma: 12 créditos de electivas libres de la secuencia curricular del Bachillerato en Química. De esta forma, un estudiante del bachillerato en Química si opta por tomar 4 de sus 6 electivas libres en cursos de computación no tendría carga académica adicional para completar la concentración menor. Por lo tanto, los estudiantes podrán completar el bachillerato y concentración menor dentro del 150% del tiempo prescrito para completar el bachillerato en Química, i.e. 6 años.

**Modelo 1** - Secuencia curricular actual del bachillerato en Química de la facultad de Ciencias Naturales de la UPR-RP con Concentración Menor en Programación y Computación.

| <b>Currículo bachillerato en Química</b> |  |                 |
|--|--|-----------------|
| <b>Secuencia Curricular</b>              |  | <b>Créditos</b> |
| Cursos de Educación General              |  | 43              |
| Cursos de Ciencias Naturales             |  | 23              |
| Cursos de Química                        |  | 40              |
| Electivas dirigidas                      |  | 6               |
| Electivas libres                         |  | 18              |
| Total                                    |  | 130             |
| <b>Codificación</b>                      | <b>Cursos de Educación General (43 créditos)</b>       | <b>Créditos</b> |
| ESPA 3101-02                             | Español I y Español II                                 | 6               |
| INGL 3101-02                             | Inglés I e Inglés II                                   | 6               |
| CISO 3121-22                             | Ciencias Sociales I y Ciencias Sociales II             | 6               |
| HUMA 3111-12                             | Humanidades I y Humanidades II                         | 6               |
| CIFI/CIBI 4XXX                           | Ciencias Fac. Estudios Generales                       | 6               |
| ESPA32XX                                 | Literatura I   | 3               |
| ESPA32XX                                 | Literatura II  | 3               |
| MATE3151                                 | Cálculo  | 4               |
|  | Arte   | 3               |
| <b>Codificación</b>                      | <b>Cursos de Ciencias Naturales (23 créditos)</b>      | <b>Créditos</b> |
| ESPA/INGL                                | ESPA or INGL Writing Course (i.e. scientific writing): | 3               |
| FISI 3011-3014                           | Física Universitaria con Laboratorio                   | 8               |
| BIOL 3101                                | Biología General-1                                     | 4               |

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| MATE 3152   | Cálculo II  | 4               |
| MATE 3163   | Métodos Matemáticos para Química Física                     | 4               |
| <b>Codificación</b>                               | <b>Cursos en Química (40 créditos)</b>                      | <b>Créditos</b> |
| QUIM 3001   | Química General-1   | 4               |
| QUIM 3002   | Química General-2   | 4               |
| QUIM 3451   | Química Orgánica-1  | 4               |
| QUIM 3452   | Química Orgánica-2  | 4               |
| QUIM 3255   | Química Analítica   | 4               |
| QUIM 4015   | Análisis Instrumental                                       | 4               |
| QUIM 4055   | Bioquímica  | 3               |
| QUIM 4000   | Química Inorgánica  | 3               |
| QUIM 4041   | Química Física-1  | 3               |
| QUIM 4042   | Química Física-2  | 3               |
| QUIM 4043   | Laboratorio Intermedio-1                                    | 2               |
| QUIM 4044   | Laboratorio Intermedio-2                                    | 2               |
| <b>Cursos en Electivas Dirigidas (6 créditos)</b> |   |                 |
| Electiva dirigida (QUIM)                          |   | 3               |
| Electiva dirigida (QUIM)                          |   | 3               |
| <b>Cursos en Electivas Libres (18 créditos)</b>   |   |                 |
| Secuencia curricular bachillerato actual          | Secuencia curricular con concentración menor en Computación |                 |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Otra electiva libre   | 3               |
| Electiva libre                                    | Otra electiva libre   | 3               |

El Modelo 2 contiene la secuencia curricular de 4 años del programa de bachillerato en Biología Integrativa de la Facultad de Ciencias Naturales. Como podrá observar, el programa de bachillerato en Biología Integrativa requiere 18 créditos en electivas libres. Los 12 créditos necesarios para completar la concentración menor en computación podrían obtenerse de la siguiente forma: 12 créditos de electivas libres de la secuencia curricular del Bachillerato en Biología Integrativa. De esta forma, un estudiante del bachillerato en Biología Integrativa si opta por tomar 4 de sus 6 electivas libres en cursos de computación no tendría carga académica adicional para completar la concentración menor. Por lo tanto, los estudiantes podrán completar el bachillerato y concentración menor dentro del 150% del tiempo prescrito para completar el bachillerato en Biología Integrativa, i.e. 6 años.

**Modelo 2** - Secuencia curricular actual del bachillerato en Biología Integrativa de la facultad de Ciencias Naturales de la UPR-RP con Concentración Menor en Programación y Computación.

| <b>Currículo bachillerato en Biología</b> |   |                 |
|---|---|-----------------|
| <b>Secuencia Curricular</b>               |   | <b>Créditos</b> |
| Cursos de Educación General               |   | 43              |
| Cursos de Ciencias Naturales              |   | 38              |
| Cursos de Biología                        |   | 18              |
| Electivas dirigidas                       |   | 6               |
| Electivas libres                          |   | 18              |
| Total                                     |   | 123             |
| <b>Codificación</b>                       | <b>Cursos de Educación General (43 créditos)</b>  | <b>Créditos</b> |
| ESPA 3101-02                              | Español I y Español II                            | 6               |
| INGL 3101-02                              | Inglés I e Inglés II                              | 6               |
| CISO 3121-22                              | Ciencias Sociales I y Ciencias Sociales II        | 6               |
| HUMA 3111-12                              | Humanidades I y Humanidades II                    | 6               |
| CIFI/CIBI 4XXX                            | Ciencias Fac. Estudios Generales                  | 6               |
| ESPA32XX                                  | Literatura I                                      | 3               |
| ESPA32XX                                  | Literatura II                                     | 3               |
| MATE3151                                  | Cálculo   | 4               |
|   | Arte  | 3               |
| <b>Codificación</b>                       | <b>Cursos de Ciencias Naturales (38 créditos)</b> | <b>Créditos</b> |
| MATE 3026                                 | Estadística                                       | 3               |
| QUIM 3001-02                              | Química General                                   | 8               |
| BIOL 3101-02                              | Biología General II                               | 8               |
| QUIM 3031                                 | Química Orgánica I                                | 4               |
| QUIM 3032                                 | Química Orgánica II                               | 4               |
| FISI 3011-14                              | Física Universitaria                              | 8               |
| BIOL 3102                                 | Biología General - Biodiversidad II               | 4               |
| BIOL 3101                                 | Biología General I - Biol. Cel. Mol.              | 4               |

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| BIOL 3349   | Genética  | 3               |
| <b>Codificación</b>                               | <b>Cursos en Biología (18 créditos) - Ver Leyenda</b>       | <b>Créditos</b> |
| BIOL 3425*  | Biología Organismal Animal                                  | 4               |
| BIOL 3410*  | Biología Organismal Vegetal                                 | 4               |
| BIOL 3705*  | Microbiología   | 4               |
| BIOL 3111   | Ecología  | 3               |
| BIOL 4345   | Evolución   | 3               |
| BIOL 4545+  | Bioquímica de la Célula                                     | 3               |
| BIOL 4350+  | Biología de la Célula                                       | 3               |
| BIOL 3312 <sup>β</sup>                            | Lab Ecología  | 1               |
| BIOL 3350 <sup>β</sup>                            | Lab Genética  | 1               |
| BIOL 3365 <sup>β</sup>                            | Lab Biotecnología   | 1               |
| BIOL 4036 <sup>β</sup>                            | Lab Celular Molecular                                       | 1               |
| <b>Cursos en Electivas Dirigidas (9 créditos)</b> |   |                 |
| Electiva dirigida (BIOL)                          |   | 3               |
| Electiva dirigida (BIOL)                          |   | 3               |
| <b>Cursos en Electivas Libres (18 créditos)</b>   |   |                 |
| Secuencia curricular bachillerato actual          | Secuencia curricular con concentración menor en Computación |                 |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Curso de la Secuencia Curricular en Computación             | 3               |
| Electiva libre                                    | Otra electiva libre   | 3               |
| Electiva libre                                    | Otra electiva libre   | 3               |

\* Escoger dos de las tres opciones.

+ Escoger una de las dos opciones.

<sup>β</sup> Escoger una de las cuatro opciones.