

การศึกษาลักษณะชีววิทยาของ BSCS (BIOLOGICAL SCIENCES
CURRICULUM STUDY) เื่อนำมาใช้ใน
ประเทศไทย

ปริญญานิพนธ์

ของ

สวัสดิ์ กรีกัตัญญ์

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

๕ มีนาคม ๒๕๑๕

๒ ๕ ๓ ๒ ๒ ๕ ๑ ๕

๕๔๔. ๐๓
๓
๖.๖

การศึกษาค้นคว้าหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS (BIOLOGICAL SCIENCES
CURRICULUM STUDY) เพื่อนำมาใช้ใน
ประเทศไทย

บทคัดย่อ
ของ
สวัสดิ์ ศรีภักดิ์

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
๕ มีนาคม ๒๕๑๕

การศึกษาหลักสูตรชีววิทยาของ DBSCS (BIOLOGICAL SCIENCES

CURRICULUM STUDY) เพื่อนำมาใช้ใน

ประเทศไทย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้เขียนมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาถึงภูมิหลังรวมทั้งความเคลื่อนไหวของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ในส่วนต่าง ๆ ของโลก เพื่อมุ่งสำรวจข้อดีเด่นของหลักสูตรที่ได้จากผลของการทดลองใช้ในสหรัฐอเมริกา และจากการดัดแปลงไปทดลองใช้ในประเทศอื่น ๆ ด้วย แล้วนำเอาผลที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางสำหรับการเสนอแนะวิธีการสร้างหลักสูตรของไทยในอนาคต

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบใช้เอกสารอ้างอิง (Documentary Research) ดังนั้นวิธีดำเนินการในการศึกษาค้นคว้าและการเขียนจึงเป็นในรูปของการพรรณนา (Descriptive Approach) และการวิเคราะห์ (Analytical Approach) ร่วมกัน

ผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS นั้น ได้แพร่กระจายออกไปมากกว่า ๕๐ ประเทศ ลักษณะที่นับว่าเด่นที่สุดของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ก็คือวิธีการสอน โดยใช้ "วิธีการสอบสวนหาความจริง" (Inquiry Method) คือมุ่งปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักสืบสวนหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันที่ว่า "ความรู้เพิ่มขึ้นมากมาย ยากที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ทั้งหมด และความเป็นจริงทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่คงที่แน่นอนเหมือนกับที่เคยเชื่อกันในสมัยก่อน ๆ" นอกจากนี้ยังพบว่า หลักสูตรชีววิทยาของ BSCS จัดสร้างขึ้นด้วยคณะบุคคลหลายฝ่าย ประกอบด้วยนักชีววิทยา นักการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ และครูชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา จึงนับว่าเป็นหลักสูตรที่มีขอบเขตน้อยที่สุด และยังพบว่า หลักสูตรชีววิทยาของ BSCS เป็นหลักสูตรที่สร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นได้ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้สอนได้ในทุกโรงเรียนและทุกสถานที่ และจุดเด่นอีกอันหนึ่งของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ก็คือ มีวัสดุประกอบการสอนหลายชนิด ช่วยให้การเรียนการสอนมีความสะดวกสบายมากขึ้น ดังนั้นหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS จึงเป็นหลักสูตรที่น่าสนใจมากที่สุดหลักสูตรหนึ่ง

THE STUDY OF BSCS (BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY)
IN ORDER TO ADOPT IT IN THAILAND

ABSTRACT

BY

SWASDI SRIKATANTOO

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education Degree
the College of Education

March 9, 1972

The Study of BSCS (Biological Sciences Curriculum Study)

in order to adopt it in Thailand

The writer's aim is to study the back-ground and the movements of BSCS in every part of the world and to examine the distinguished point materials of this course to know the result of its usage in America and other countries. Studying and examining these points of the course very clearly is the way to take an idea, method, belief, etc.- and use it in Thailand.

To carry out a research of this course is done by the way of documentary research. So the type of this thesis is done by descriptive and analytical approach.

According to the result of studying, examining and research, we know that Biological Sciences Curriculum Study is widely spread. More than fifty countries use this course.

The most well - known method of this course is the method of teaching which is called the "Inquiry Method". The students can learn knowledge by the way of studying it themselves.

BSCS approaches the students to three ways of studying biology. These ways are chosen to use in school in agreement with the condition.

The best well - known quality of this course is that there are various kinds of BSCS materials for teaching and studying biology. Therefore BSCS is very interesting.

ประวัติของผู้เขียน

สวัสดิ์ ศรีภักดิ์ เกิดที่ตำบลบางเสาธง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
เมื่อวันที่ ๑๖ เมษายน พ.ศ. ๒๔๘๐

ประวัติการศึกษา

๗๐

- ๒๔๙๓ จบ ป. ๔ จากโรงเรียนคลองเวฬุราษฎร์ จังหวัดสมุทรปราการ
- ๒๔๙๔ จบ ม. ๖ จากโรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
- ๒๕๐๑ จบ ป.กศ. จากโรงเรียนฝึกหัดครูพระนเรศวรอยุธยา
- ๒๕๐๕ จบ กศ.บ. จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา ปทุมวัน
- ๒๕๐๘ จบ ประกาศนียบัตรชั้นสูงวิชาเฉพาะ (ชีววิทยา) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร
- ๒๕๑๕ จบ กศ.บ. จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำคณะนิติศาสตร์ได้พิจารณาปัญหานี้อย่างถี่ถ้วนแล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้

นาย วิจิตร วัฒนกุล ประธาน

นาย วิจิตร วัฒนกุล กรรมการ

นาย วิจิตร วัฒนกุล กรรมการ

๕ มีนาคม ๒๕๖๕

ประกาศคุณูปการ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วัชรพลเดช อาจารย์สาคร
กรีนันท์วัน และอาจารย์สมจิต สมิตถพันธ์ คณะกรรมการที่ปรึกษาทั้งสามท่าน ซึ่งได้กรุณาให้ทั้ง
คำปรึกษา ขอนแนะนำ แนวความคิด และความรู้ จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.มาเรียม เหล่าสุนทร คุณบุญช่วย หนูเนียม และ
คุณสุเทพ ชื่นทอง ที่กรุณาให้ยืมตำราเพื่อนำมาศึกษาจนกว่า

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ สนั่น สุมิตร ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งคณะอาจารย์ที่เดินทางไปปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยาใน
ต่างประเทศ ซึ่งมีอาจารย์ ดร.ทวี หอมวง เป็นหัวหน้า ได้กรุณาให้ยืมรายงานผลการดำเนินงานใน
ต่างประเทศ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาจนกว่า

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณคุณประมวล ประเสริฐวิทยากิจ คุณคำนึ่ง ทองแก้วละเอียด
คุณจำนงจิต สัตตบงกช คุณพูนศิริ ปวิศศิริ คุณวิทยา แสงทองพราว และทุกท่านที่มีส่วนช่วย
เหลือในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

สวัสดิ์ เรืองศิริ

สารบัญ

บท	หน้า
๑. บทนำ	๑
คำนำ	๑
ความมุ่งหมายของการศึกษาคนควา	๒
ความสำคัญในการศึกษาคนควา	๒
ขอบเขตของการศึกษาคนควา	๓
คำจำกัดความ ศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาคนควา	๓
๒. แนวคิดใหม่ในการสอนชีววิทยาในโรงเรียนมัธยม	๕
วิทยาศาสตร์เป็นการสอบสวนหาความจริง	๕
บทบาทของการสอบสวนหาความจริงในการสอนวิทยาศาสตร์	๑๑
การฝึกการสอบสวนหาความจริงในวิชาชีววิทยาและโครงการวิจัย	๑๒
วิธีสอนแบบการสอบสวนหาความจริง มีความหมาย ๓ ประการ	๑๔
สรุป	๑๕
๓. ความเคลื่อนไหวทางการศึกษาชีววิทยาในต่างประเทศ	๑๘
ตอนที่ ๑ พัฒนาการของหลักสูตรและการสอนชีววิทยาในสหรัฐอเมริกา	๑๘
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาตอนปี ค.ศ. ๑๘๕๐	๒๐
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๘๕๐ - ๑๙๐๐	๒๑
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๐๐ - ๑๙๑๐	๒๑
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๑๐ - ๑๙๒๐	๒๒
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๒๐ - ๑๙๓๐	๒๔
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๓๐ - ๑๙๔๐	๒๔
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๔๐ - ๑๙๕๐	๒๕
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๕๐ - ๑๙๖๐	๒๖

หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๗๐	๒๓
กำเนิด AIBS	๒๔
กำเนิด BSCS	๓๔
ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของ BSCS	๓๖
ชุดทาง ๆ ของ BSCS : ชุดสีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง	๓๗
การพัฒนาทำารชุด BSCS	๓๘
ทำารชุดปฏิบัติการทดลองของ BSCS	๔๑
BSCS กับหลักสูตรชีววิทยามัธยมศึกษา	๔๒
BSCS กับผู้เรียน	๔๔
BSCS กับชีววิทยามัธยมศึกษา	๔๔
BSCS กับโครงการร่วมมือกันระหว่างประเทศ	๔๖
สรุป	๔๘
ตอนที่ ๒ พัฒนาการของหลักสูตรและการสอนชีววิทยาในทวีปยุโรป	๕๔
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาในกลุ่ม OECD	๕๔
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาในประเทศอังกฤษ	๕๑
Nuffield Biology Project	๕๒
สรุป	๕๘
ตอนที่ ๓ พัฒนาการของหลักสูตรและการสอนชีววิทยาในทวีปเอเชีย	๖๐
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาในประเทศฟิลิปปินส์	๖๑
สรุป	๖๔
หลักสูตรและการสอนชีววิทยาในประเทศอิสราเอล	๖๔
สรุป	๖๖
๔. ความเคลื่อนไหวทางการศึกษาชีววิทยาของประเทศไทย	๖๘
กำเนิดหลักสูตรชีววิทยาและการพัฒนาหลักสูตรชีววิทยาของไทย	๗๐

ความเคลื่อนไหวของประเทศไทยที่มีต่อหลักสูตรชีววิทยาของ	๗๓
สรุป	๘๘
๕. ขอเปรียบเทียบระหว่างหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ชุดสี่เหลี่ยม	
กับหลักสูตรชีววิทยาของไทยฉบับปัจจุบัน (๒๕๐๓)	๘๐
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	๘๘
เนื้อหาของหลักสูตร	๘๖
วิธีการสอน	๘๘
วิธีการวัดผล	๙๐
๖. ขอเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของ	
ประเทศไทยฉบับต่อไป	๙๐
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับความมุ่งหมายของหลักสูตร	๙๐
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับเนื้อหาของหลักสูตร	๙๑
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับแบบเรียน	๙๑
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการสอน	๙๑
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการวัดผล	๙๑
ขอเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกหัดครู	๙๑
บรรณานุกรม	๙๒

บทที่ ๑

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศกำลังหันตัวในด้านการให้การศึกษาระดับมัธยมศึกษาแก่พลเมือง ทั้งนี้ก็เพราะอันตรายนานัปการอันเนื่องมาจากการที่มนุษย์เองทำลายสิ่งแวดล้อมได้ประจักษ์ชัดยิ่งขึ้น ในปี ค.ศ. ๑๙๕๘ (Hernandez, 1968 : 77) สมาคมวิทยาศาสตร์ AIBS ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่ง เพื่อดำเนินงานปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงการสอนชีววิทยา กรรมการชุดนี้มีชื่อว่า Biological Sciences Curriculum Study มีชื่อย่อว่า BSCS กรรมการชุดนี้ได้ศึกษา วิจัย และพัฒนาหลักสูตรชีววิทยา เพื่อใช้สอนในระดับมัธยมศึกษาขึ้นมาสชุดหนึ่ง ซึ่งเรียกกันว่าชุด BSCS ในปี ค.ศ. ๑๙๖๒ (Hernandez, 1968 : 64) ประเทศอังกฤษได้พัฒนา Project การสอนชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาขึ้นชื่อว่า Nuffield Biology Project นอกจากนั้นยังมีประเทศในย่านทวีปอเมริกา ยุโรปและออสเตรเลียก็ได้มีการพัฒนา Project การสอนชีววิทยาขึ้นเช่นกัน

ประเทศทางทวีปเอเชียก็หันตัวในเรื่องนี้เช่นเดียวกัน เช่นในประเทศฟิลิปปินส์ได้ดัดแปลงเอาหลักสูตรชีววิทยาชุด BSCS มาใช้ในปี ค.ศ. ๑๙๖๑ (Hernandez, 1966 : 117) ประเทศญี่ปุ่นรับเอาหลักสูตรชุด BSCS มาดัดแปลงใช้ในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ (Hernandez, 1968 : 132) ประเทศเกาหลีในปี ค.ศ. ๑๙๖๔ (Hernandez, 1966 : 204) ประเทศจีนขณะชาติในปี ค.ศ. ๑๙๖๔ (Hernandez, 1966 : 106) ประเทศอิสราเอลในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ (Hernandez, 1966 : 101) และประเทศลังกาในปี ค.ศ. ๑๙๖๔ (Hernandez, 1966 : 79) เป็นต้น

ประเทศไทยก็ประสบปัญหาอันเกี่ยวข้องกับความรู้และความเข้าใจในเรื่องชีววิทยาอยู่หลายด้าน เช่นในด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน ประชาชนไม่รู้จักกินอาหาร ตามสถิติของกรมอนามัยปี พ.ศ. ๒๕๑๓ พลเมืองของประเทศไทยเป็นโรคขาดอาหารจำนวน ๓๐,๘๓๙ คน และเป็นโรคพยาธิอันเนื่องมาจากการกินอาหารดิบมีประมาณ ๒๖.๔๔ เปอร์เซ็นต์ ปัญหาเรื่องน้ำเน่าก็เป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับเมืองใหญ่ ๆ ซึ่งสาเหตุอันหนึ่งคงเนื่องมาจากประชาชนขาดความรู้ในทางชีววิทยา เช่นเรื่องโรคติดต่อและจุลินทรีย์ เป็นต้น จึงไม่ระมัดระวังในเรื่องการกำจัดสิ่งโสโครก

ปัญหาในเรื่องน้ำหนัก น้ำหนักมากมาอย่างรวดเร็วนั้นก็นับได้ว่าเป็นภัยอันเนื่องมาจากมนุษย์เราทำลายสิ่งแวดล้อม (ป่า) ภัยอันนี้ได้ปรากฏชัดขึ้นในระยะ ๔ - ๕ ปีนี้ และจะมีต่อไป ปัญหาเหล่านี้เป็นการกระตุ้นเตือนให้มนุษย์หันมาให้ความสนใจในการให้การศึกษาแก่พลเมืองของประเทศให้ตื่นตัวหันมาพิจารณาหลักสูตรที่วิวัฒนาการขึ้นในชั้นมัธยมศึกษาของไทยเราซึ่งได้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ (กรมวิชาการ, ๒๕๐๔ : ๒) กรมวิชาการได้เสนอแนะกระทรวงศึกษาธิการให้แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาชั้น ม.ศ. ๔ - ๕ คณะกรรมการชุดนี้ได้พิจารณาและตกลงกันจะนำหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ชุดสี่เหลี่ยมมาดัดแปลงใช้ โดยเหตุนี้ผู้เขียนจึงมีความสนใจที่จะศึกษาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ว่ามีจุดเด่นและเหมาะสมที่จะนำมาดัดแปลงใช้เพียงไร

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้เขียนมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาในหัวข้อดังต่อไปนี้

๑. เพื่อศึกษาถึงพัฒนาการ ของหลักสูตรและแนวโน้มในการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของสหรัฐอเมริกา ยุโรปและเอเชียในปัจจุบัน
๒. เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมที่จะนำเอาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS มาเป็นแนวในการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาของประเทศไทยในอนาคต
๓. เพื่อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยฉบับต่อไป

ความสำคัญในการศึกษาค้นคว้า

๑. ผลจากการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้จะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดร่างหลักสูตรชีววิทยาสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ แผนกวิทยาศาสตร์ของไทย ตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงแก้ไขการศึกษาชีววิทยาของไทยให้ผลดียิ่งขึ้นในทุกด้านกล่าวคือ

- ก. ความมุ่งหมายของหลักสูตร
- ข. คำนึงเนื้อหาของหลักสูตร
- ค. คำนึงวิธีการ สอนและการ วัดผล
- ง. คำนึงหนังสือและแบบเรียน

๒. ผลจากการศึกษากันคว้าเรื่องนี้ อาจใช้เป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุง
แก้ไขการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังต่อไปนี้

ก. เพื่อให้หลักสูตรชีววิทยาของชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ และทันต่อความเจริญก้าวหน้าของวิชาการปัจจุบัน

ข. เพื่อให้วิธีการสอนและการวัดผลที่ใช้ เหมาะสมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของวิชาชีววิทยา

ก. เพื่อให้หนังสือแม่เรียนชีววิทยาที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนสอดคล้องกับหลักสูตร

๓. ผลของการศึกษากันคว้าเรื่องนี้ อาจใช้เป็นรากฐานในการจัดหลักสูตรชีววิทยาระดับ
ฝึกหัดครูที่เลือกเรียนวิชาชีววิทยาเป็นวิชาเอก

๔. ผลของการศึกษาเรื่องนี้ อาจช่วยชักนำให้ครูพยายามติดตามความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการเรียนการสอนชีววิทยาอยู่เสมอ เพื่อจะได้นำเอาความรู้ใหม่ ๆ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ด้วย

ขอบเขตของการศึกษากันคว้า

เนื่องจากหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยฉบับปัจจุบันได้มีมานานแล้ว จึงสมควรจะต้องเปลี่ยนแปลงเสียใหม่ให้ทันกับสภาพการปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงจำจะต้องศึกษาหลักสูตรของต่างประเทศ (ทั้งนี้เพื่อให้สะดวก ง่าย และประหยัดที่สุด) ที่เราได้พิจารณาแล้วเห็นว่า เป็นหลักสูตรที่พอจะนำมาดัดแปลงใช้เป็นหลักสูตรของประเทศไทยได้ โดยหลักสูตรนั้น ๆ ควรได้มีการศึกษาและทดลองมาอย่างกว้างขวาง รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องจนเกือบสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้นผู้เขียนจึงเลือกหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีชื่อเสียงมากที่สุด โดยผ่านการทดลองมาแล้วทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ มากกว่า ๕๐ ประเทศ (Mayer, 1970 :12.) โดยผู้เขียนจะศึกษาถึงจุดเด่นและผลที่ได้จากการทดลองใช้ในต่างประเทศ เพื่อนำมาพิจารณาว่าเป็นการเหมาะสมหรือไม่ที่จะนำเอาหลักสูตรชีววิทยา ชุดนี้เหลือของ BSCS มาดัดแปลงใช้ในประเทศไทย รวมทั้งจะศึกษาถึงพัฒนาการของหลักสูตรชีววิทยาในสหรัฐอเมริกา ยุโรปและเอเชียด้วย เพื่อนำมาพิจารณาถึงแนวโน้มในการจัดการสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน

คำจำกัดความ ศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษากันคว้า

หลักสูตรชีววิทยา หมายถึงหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ แผน
 วิทยาศาสตร์ (ม.ศ. ๕ - ๕) ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ ของประเทศไทย
 หรือระดับ Senior High School ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Grade 10 - 11 - 12)

BSCS ย่อมาจาก Biological Sciences Curriculum Study เป็นคณะกรรมการศึกษาหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยนักชีววิทยาในระดับมหาวิทยาลัย และครูสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและนักการศึกษาอื่น ๆ ที่สนใจ เพื่อหาทางปรับปรุงการศึกษาชีววิทยาให้ทันสมัย และจะช่วยให้คุณภาพของการเรียนการสอนชีววิทยาดีขึ้นด้วย คณะกรรมการชุดนี้จัดตั้งโดยสมาคมวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (AIBS) ในเดือนมกราคม ๑๙๕๙ ซึ่งสำนักงานใหญ่ของ BSCS ตั้งอยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยโคโลราโด เมืองโบลเดอร์ รัฐโคโลราโด โดยได้รับการสนับสนุนทางการเงินจาก National Sciences Foundation.

บันทึกท้ายบท

๑. สถิติผู้ป่วยเป็นโรคหาคอห่านประจำปี พ.ศ. ๒๕๑๓ จาก ๒๒ โรงพยาบาล ใน ๕๗ จังหวัด ของกรมอนามัย
๒. ผลจากการสำรวจโรคพยาธิลำไส้ของโครงการเร่งรัดกำจัดพยาธิลำไส้ โดยการสุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านตัวแทนอนามัยของทุกจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๑๓

บทที่ ๒

แนวคิดใหม่ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม

ในปัจจุบันนี้ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าไปกว่าเกมมาก และพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงทางค่านิยมและจิตวิทยาทางการศึกษาค้นคว้า เป็นเหตุทำให้แนวการเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอและวิวัฒนาการมาเรื่อยๆ นอกจากนั้นเรายังพบความจริงที่ว่า ในปัจจุบันความรู้ทางด้านวิชาการเพิ่มมากขึ้นยากที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้หมด รวมทั้งความจริงทางวิทยาศาสตร์ก็เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่เป็นสิ่งที่ตายตัวดังที่เชื่อกันในสมัยก่อน ดังที่ชวบบ (Schwab, 1963 : 45) ได้กล่าวว่า "เป็นที่น่าแปลกประหลาดเมื่อพิจารณาเด็กนักเรียนที่เกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความจริงที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (Unalterable truths) หลังจากที่เขาสอบการศึกษามาแล้ว ๕ - ๑๐ ปี เด็กเหล่านั้นจะบอกว่าเรื่องราวต่าง ๆ ที่เขาได้รับไปนั้น จะไม่เป็นความจริงเสียแล้ว และมีความจริงใหม่ขึ้นมาแทนที่" ดังนั้นจึงทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ว่า การเรียนการสอนนั้นควรมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้หลักการใหญ่ๆ และนักเรียนเข้าใจวิธีการในการศึกษากันกว่าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ซันด์ (Sund and Trowbridge, 1967 : 371) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนในสมัยปัจจุบันไว้ดังนี้

"ปัจจุบันนี้การพัฒนาการเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เน้นหนักไปทางการสอนวิทยาศาสตร์ให้เด็กได้สอบสวนหาความจริง (Inquiry) แต่ก่อนนั้นเกือบจะถือว่าเป็นประเพณีที่เรียกว่า การสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูเป็นผู้ให้ความรู้ในคำขอเนื้อหาวิชาแก่เด็กฝ่ายเดียว การสอบสวนหาความจริงนั้นไม่กระเน้นหนักในเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ ควรจะเป็นเรื่องที่เด็กจะเรียนรู้ถึงวิธีการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการค้นคว้าหาความจริงนั่นเอง โดยจะเป็นการเน้นถึงวิธีการค้นคว้ามามากกว่าเน้นถึงผลที่ได้" ซัคแมน (Suchman, 1960 : 42) ผู้อำนวยการของการศึกษาเกี่ยวกับ การฝึกการสอบสวนหาความจริง (Inquiry Training) แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ กล่าวว่า

"การฝึกการ สอดสวนหาความจริงนั้น ควรจัดเป็นกิจกรรมพิเศษในชั้นเรียนของวิชา วิทยาศาสตร์ ซึ่งการ สอดสวนหาความจริงจะช่วยเด็กได้มากในการที่จะค้นพบสิ่งต่าง ๆ โดยบังเอิญ หรือทำให้ค้นพบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยเกิดความคิดริเริ่มขึ้นเอง โดยไม่ต้องขึ้นอยู่กับ คำอธิบายและการตีความหมายของครูหรือของผู้ใหญ่ที่มีความรู้ จากการทดลองหรือผลการทดลองซึ่งอธิบายไว้โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว การจัดโปรแกรมการ สอดสวนหาความจริงแบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะทำให้เด็กมีอิสระ มีระเบียบ มีความเข้าใจง่าย ๆ และรู้จักอุปมาเปรียบเทียบกับเข้าคู่แนวของ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์"

จากคำกล่าวของ ชัธแมน ทำให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์จะเกิดผลดี ถ้าได้ฝึกให้เด็ก สามารถ สอดสวนหาความจริงด้วยตนเองตั้งแต่ในระดับชั้น ๆ ซึ่งจะ เป็นแนวทางในการเตรียมตัว ให้เด็กเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอนาคต รวมทั้งจะทำให้เด็กรักวิทยาศาสตร์และเห็นว่าวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นของสนุกสนานเรียน ซันด์ (Sund and Trowbridge, 1967 : 37) ได้กล่าวสนับสนุนว่า "จุดประสงค์ของชัธแมนเกี่ยวกับการฝึกการ สอดสวนหาความจริงที่จัดให้เด็กในระดับชั้น ๆ จะส่งผลถึงการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นอย่างดีที่สุด"

ชวาบ (Schwab, 1969 : 345 - 346) ผู้ซึ่งมีความสนใจในการปรับปรุงการสอน วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ได้กล่าวถึงหลักสูตรเดิมไว้ว่า "หลักสูตรเดิมต้องการสร้าง ขึ้นเพื่อให้สวดสวดถาม ให้มีข้อสงสัยน้อยที่สุด ให้ข้อจำกัดความเด่นชัดและถูกต้องเรียบร้อยที่สุด ดังนั้นวิธีการในการสอนจึงใช้แบบบรรยาย ซึ่งมุ่งหมายให้เนื้อหาวิชาที่เรียนเป็นเรื่องง่าย ๆ ชัดเจนและเด็กสามารถมองเห็นได้อย่างแจ่มชัด ในด้านตัวครูผู้สอน ต้องการเพียงให้มีความรู้ มากพอที่จะถ่ายทอดให้แก่เด็กได้ ครูมักจะช่วยให้เด็กเกิดการ เรียนรู้โดยการสรุปเนื้อหาหรือ เรื่องที่จะเรียนนั้นให้สั้น เพื่อให้เข้าใจง่ายและสะดวกในการจำ และจะย้ำซ้ำทวนอยู่เสมอ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้เด็กสามารถนำเอาความรู้ นั้น ๆ ไปใช้ในโอกาสข้างหน้า ส่วนตำราที่แต่งขึ้น มา นั้น จะกล่าวถึงความจริงทางวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ มุ่งที่จะจัดข้อสงสัย ความ ไม่แน่นอนและความยุ่งยากต่าง ๆ ส่วนข้อทดสอบที่ใช้ก็มุ่งที่จะให้พบว่า เด็กได้รู้อะไรและนำเอา

สิ่งที่รู้ขึ้นไปใช้อย่างไร ทั้งนี้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมจึงมักจะเป็นการปฏิบัติจริงเฉพาะตามตัวอักษร และยุติข้อสงสัยด้วยการใช้วาบทปลงอย่างถี่ลัด หลักสูตรเดิมมักจะกำหนดเพียงเกณฑ์และข้อปฏิบัติของ คำถามเท่านั้น เด็กเรียนรู้โดยใช้ความจำอย่างเดียว ไม่มีโอกาสได้สอบสวนหาความจริงด้วยตนเอง เลย สิ่งเหล่านี้จะไม่พอเพียงหรือเหมาะสมสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์”

เพื่อป้องกันมิให้นักเรียนเข้าใจแผนภาพของวิทยาศาสตร์ที่ผิด ๆ เราจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง หลักสูตรและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เสียใหม่ เพื่อทำให้เป็นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เต็มสมบูรณ์ และ ให้เห็นว่า วิทยาศาสตร์คือการสอบสวนหาความจริง (Science as Inquiry) เพื่อให้เด็กได้มองเห็นความเปลี่ยนแปลงของการศึกษากันทั่ว และเข้าใจว่าความจริงหรือข้อสรุปทั้งหลายเกิดขึ้นจากการตีความหมายของข้อมูลที่ได้ ถ้าได้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ดีกว่าเดิม ความจริงนั้น ๆ ก็อาจเปลี่ยนไปได้ และ เพื่อเป็นการพัฒนาผลที่ได้ให้ตรงกับนโยบายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ตั้งไว้ ชวบ (Schwab; 1969 : 347) ได้ชี้ให้เห็นว่าครูวิทยาศาสตร์ที่ดีนั้น นอกจากจะมีความรู้ในวิชาที่ตนสอนอย่างเพียงพอแล้ว ยัง จำเป็นจะต้องมีสิ่งอื่นประกอบด้วย เช่น เขามีความต้องการเพิ่มเติมในสิ่งต่อไปนี้

‘(๑) ต้องการให้ผู้ที่มิใช่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายซึ่งเข้าใจงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำ ได้ออกเสียงลงคะแนนหรือแสดงความคิดเห็น ตลอดจนให้การช่วยเหลือทั่ว ๆ ไปเมื่อนักวิทยาศาสตร์ต้องการ ทั้งนี้เพื่อจะเป็นทางนำมารองรับการวิจัยที่ได้ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมีความถูกต้อง สิ่งนี้ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่วนมากมิได้จัดเตรียมไว้ให้ (๒) ครูยังต้องการจะศึกษาวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แยกแยะความซับซ้อนของธรรมชาติ เพื่อการจำกัดวิธีการศึกษาค้นคว้าให้เป็นประโยชน์ (๓) ครูต้องการศึกษาถึงการเตรียมพร้อมของผู้สอบสวนหาความจริง ที่เปลี่ยนแปลงเพื่อจะเริ่มต้นทำงานใหม่สักครั้งหนึ่ง หลังจากผลงานชิ้นก่อนได้ประสบผลสำเร็จลงแล้ว (๔) ครูต้องการเข้าใจในสภาพแห่งความจริงของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (๕) ครูต้องการเกี่ยวกับประสบการณ์และประวัติของการสอบสวนหาความจริงอย่างเพียงพอ เพื่อจัดเตรียมตัวเขาเองให้มีความสามารถที่จะอ่านและเข้าใจรายงานการค้นคว้าของการสอบสวนหาความจริง (๖) ครูต้องการความคุ้นเคยกับชนิดของคำถามซึ่งมีคำตอบโดยเฉพาะ ทั้งนี้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการฝึกหัดสร้างข้อทดสอบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (๗) ครูต้องการ

ให้ตัวเองเข้าใจวิถีทางในการประคับประคอง และการสังเกตข้อมูลหรือแนวความคิดเพื่อนำไปทำ
ความรู้ทางค่านวิทยาศาสตร์เจริญเติบโตยิ่งขึ้น "

เราอาจกล่าวได้ว่าการออกแบบเกมไม่ได้ให้แนวความคิดเห็นที่เป็นจริงของวิชา
วิทยาศาสตร์ ครูมักจะสอนวิทยาศาสตร์เหมือนกับว่าความรู้เป็นความจริงล้วน ๆ คงที่ไว้
เปลี่ยนแปลงอีกต่อไป โดยครูไม่ได้ให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย
ทดลองและเต็มไปด้วยความสงสัย โดยให้ไกลจากการทดลองที่มักเป็นเครื่องมือที่ข้อสงสัย
พาเมอ (Palmer , 1964 : 1) ได้ให้ความเห็นในการสอนวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ดังนี้
" ในสังคมยุคปัจจุบันชีวิตความเป็นอยู่ประจำวันของประชาชนพลเมืองต้องขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์
ซึ่งเกิดจากความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น เสื้อผ้าที่เราใช้อยู่นี้ได้ทอขึ้นจากเส้นใยที่
สังเคราะห์ขึ้นจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์
นี้เองได้กลายเป็นเหตุในการปกครองโลก เด็ก ๆ ในโรงเรียนทุกวันนี้ต้องเรียนให้รู้ว่า
วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ใหญ่โต และเด็กเหล่านั้นจะต้องถูกท้าทายด้วยโครงการทางวิทยาศาสตร์
ที่ยิ่งใหญ่อยู่เสมอ ดังนั้นหลักสูตรที่จะจัดให้นักเรียนนั้นควรจะให้เป็นหลักสูตรที่ครบวงจร เพื่อ
ให้นักเรียนรู้อย่างถูกวิธี ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ และเพื่อจะได้เด็กที่มีชีวิตอยู่
ในโลกนี้อย่างมีความสุข เด็กจำเป็นต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวความคิดทางชีววิทยา เพื่อ
จะทำให้เด็กเข้าใจและซาบซึ้งในโลกที่เขาอาศัยอยู่"

จากการเปลี่ยนโฉมหน้าของความรู้ทางค่านวิทยาศาสตร์นี้เอง ทำให้เด็กในยุค
ปัจจุบันต้องปรับปรุงตนเองตามไปด้วย การที่เด็กสามารถจะเป็นผู้นำได้ในปัจจุบันและในอนาคต
นั้น ต้องการลักษณะพิเศษที่สำคัญอันหนึ่งคือมีเชาวน์อันแหลมคม สังคมต้องการผู้ซึ่งสามารถมี
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในทุก ๆ ด้านของชีวิตและในทุกระดับ สังคมต้องการผู้ซึ่งไม่ติดอยู่กับ
การปฏิบัติอย่างเคยชินเป็นประจำวัน ไม่ยึดอยู่กับคำตอบทั้งหลายที่เชื่อว่ามีไว้กับ
ประเพณี และต้องการให้เป็นคนที่มีเหตุผล สามารถเปลี่ยนแนวความคิดใหม่ได้เสมอเมื่อเห็น
ว่ามีเหตุผลสมควร และเพื่อให้สอดคล้องกับความจริงที่ว่า "ปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์
มีมากมายยากที่เด็กจะเรียนรู้ได้หมด กับทั้งความจริงทางวิทยาศาสตร์นี้อาจเปลี่ยนแปลงได้"

ดังนั้นควรปลูกฝังเด็กให้เรียนรู้หลักทฤษฎี ๆ และรู้วิธีศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้ประสบกับความสำเร็จที่จะต้องนำเอาวิธีสอนแบบ "การสอบสวนหาความจริง" (Inquiry Method) มาใช้ ซึ่งปรากฏว่ามีอยู่ในหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS

วิทยาศาสตร์กับการสอบสวนหาความจริง

การสอบสวนหาความจริงเป็นจุดมุ่งหมายอันหนึ่งของการเรียนการสอน ตามหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ชวาบ (Schwab , 1963 39 - 40) ได้ให้ความเห็นว่าหลักสูตรของ BSCS นั้นมีลักษณะสำคัญ ๔ ประการ .

๑. เป็นการกระทำอย่างเสรีต่อการแสดงออกที่ถูกต้องของความไม่แน่นอนและความไม่สมบูรณ์ เราอาจพบวลีเหล่านี้อยู่เสมอเช่น "เราไม่รู้" "เราไม่สามารถจะค้นพบได้ว่าสิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร" "หลักฐานเกี่ยวกับเรื่องนี้ขัดแย้งกัน" "ทฤษฎีที่น่าพอใจในขณะนี้เป็นอย่างนี้"

๒. BSCS ได้เริ่มนำเอาวิธีการสอบสวนหาความจริงมาแทนที่การสอนโดยการสรุปอย่างมีเหตุผลของหลักสูตรเดิม อันนี้หมายความว่าแนวความคิดเห็นต่อวิชาต่าง ๆ ในปัจจุบัน ถูกพัฒนาเป็นไปตามลำดับขั้น ตลอดจนการอธิบาย การทดลองนี้กระทำไปแล้วก่อนข้อมูลที่ได้รับ และการตีความหมายเรื่องที่กระทำขึ้น

๓. ห้องปฏิบัติการทดลองก็จัดขึ้นอย่างมีระเบียบ โดยการกระทำให้เกิดความรู้สึกว่าวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการสอบสวนหาความจริง แบบฝึกหัดหลายชุด ที่เป็นไปตามแบบเดิม เพื่อต้องการหาความกระจ่างชัดของวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ก็มีแบบฝึกหัดอีกหลายชุดที่เปลี่ยนแตกต่างออกไป โดยวัตถุเหล่านั้นได้สร้างสถานการณ์ขึ้น ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสอบสวนหาความจริงด้วย

๔. การจัดโครงการการทำงานในห้องปฏิบัติการทดลองได้วางไว้ให้จนจบและนั่นหมายถึงจะให้ให้นักเรียนได้กระทำการสืบสวนปัญหาทางชีววิทยาดังต่าง ๆ ทุกอย่างเหล่านี้ต้องเป็นความจริง แนะนำการสืบสวนวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง

๕. การนำเข้าสู่การสอบสวนหาความจริง คล้ายคลึงกับหน้าที่ของห้องปฏิบัติการ

ทดลอง การจัดทำอันหนึ่งอาจบรรยายถึงปัญหาและการทดลองที่ได้แก้แล้ว และให้ข้อมูลที่ได้พบ การชักนำนักเรียนให้มีความซื่อสัตย์ การชักนำอย่างอื่นอาจจัดเป็นชั้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาหาแนวทาง และหาวิธีควบคุมต่าง ๆ ในส่วนประกอบที่ไม่ได้ควบคุม อาจจัดสถานการณ์ ปัญหา และข้อมูล ชักนำให้นักเรียนพัฒนาสมมุติฐานข้อมูลอย่างมีเหตุผล การชักนำอีกอย่างหนึ่งจะชวนให้นักเรียนกะไว้หลาย ๆ ทาง สำหรับการทดลองครั้งหนึ่ง หรือตั้งสมมุติฐานอื่นอีก

เนื่องจากหลักสูตรของ BSCS ได้ปรับปรุงวัตถุประสงค์และแนวความคิดใหม่ ดังนั้นวิธีการสอนตามหลักสูตรใหม่นี้จึงแตกต่างไปจากแนวเดิม ครูชีววิทยาของ BSCS ต้องพบกับการสอนในแนวใหม่ คือการสอนแบบสอบสวนหาความจริง ทั้งในด้านทฤษฎี ตัวอย่างความคิดเห็นและความจริงรวมทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการ หลักสูตรใหม่นี้กำหนดหมายว่าเป็นหลักสูตรที่จะสอนตามแบบวิธีวิทยาศาสตร์ และแนะนำให้รู้จักในลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่าด้วยการทดลอง (Experimental Science) เดอห์ (Hurd and Palmer , 1964 : 6) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนชีววิทยาไว้ว่า "จุดประสงค์อันยิ่งใหญ่ สำหรับการสอนชีววิทยา ก็คือต้องเข้าใจสภาพของความคิดเห็นต่าง ๆ และการพัฒนาการของทักษะในการสอบสวนหาความจริง"

เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าว สถานที่ตั้งของห้องเรียน ซึ่งจะเป็นเครื่องกระตุ้นคำถาม ชักนำให้เกิดความคิด และวิธีดำเนินการสอบสวนหาความจริงมาใช้ให้เป็นประโยชน์ขณะที่เรียนรู้กิจกรรม ครูเปรียบเสมือนเป็นผู้อำนวยการของการเรียนรู้มากกว่าจะเป็นผู้อธิบายถึงความจริงของวิชาชีววิทยา นักเรียนจะต้องใช้ความสามารถของตนเองในการกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ และต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของมัน การเข้าใจแนวความคิดทางชีววิทยาของเด็กต้องเกิดขึ้นจากความพยายามของเด็กเอง และจากกิจกรรมที่ใช้ปัญญาของเด็กเอง จากสภาพการดังกล่าวจึงหมายความว่าศูนย์กลางของกิจกรรมในชั้นเรียนคือเด็กมิใช่ครู และนักเรียนจะเป็นผู้วางโครงการของการสอนอย่างง่ายขึ้นเองในขณะที่การเรียนรู้ดำเนินไป

บทบาทของการสอบสวนหาความจริงในการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะทำให้เป็นที่เข้าใจอย่างแจ่มชัดแท้จริงไม่เพียงแต่ครูวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมถึงนักเรียนด้วยวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะเขาเหล่านั้นจะได้ร่วมกันต่อต้านข้อวิพากษ์ เน้นการสอนโดยมุ่งให้นักเรียนรู้ว่าเกี่ยวกับกฎเกณฑ์และความจริงทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในทางตรงข้ามบุคคลกลุ่มนี้จะส่งเสริมให้ใช้วิธีสอนโดยวิธีวิทยาศาสตร์ ๔ ประการ ได้แก่ **การสอนให้เกิดความคิดวิจารณ์ (Critical Thinking)** สอนให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific attitude) วิธีแก้ปัญห (The problem solving method) และให้วิธีที่กำลังสนใจอยู่เป็นพิเศษในขณะนี้ ก็คือวิธีการสอบสวนหาความจริง (Inquiry Method) หรือถ้ากล่าวโดยสรุปแล้วในปัจจุบันนี้บุคคลทุกฝ่ายยอมรับว่าการสอนวิทยาศาสตร์นั้นสำคัญอยู่ที่กรรมวิธีหรือวิธีสอนมากกว่าอยู่ที่เนื้อหา

รูเธอร์ฟอร์ด (Rutherford , 1964 80) แนะนำว่า " ประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสอบสวนหาความจริงนั้น เป็นไปได้เฉพาะราย และมีนัยที่สำคัญว่าครั้งหนึ่งเราได้เข้าใจว่า ข้อสรุปความของวิทยาศาสตร์เชื่อมต่อกับการสอนแบบสอบสวนหาความจริงเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหัวข้อเรื่อง ภายใต้การสืบสวนหาความจริง "

การสอนวิทยาศาสตร์แบบการสอบสวนหาความจริงต้องการคำอธิบายที่แจ่มแจ้งบางอย่าง อย่างน้อยที่สุดได้แก่ วิธีทางตัว ๆ ไป ๒ ประการที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบัน ประการแรกมักใช้ในวิธีทางซึ่งเน้นถึงการสอบสวนหาความจริงว่า เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเรื่องวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงในตัวเอง เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่ามีแบบแผนลักษณะการสอนหาความจริงไว้ให้ไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือวิชาทั่ว ๆ ไปในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบแผนอันนี้เป็นส่วนสำคัญที่ว่าอะไรเป็นวิทยาศาสตร์ ประการที่ ๒ เป็นการนำเทคนิคโดยเฉพาะหรือการนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ สิ่งนี้มีความหมายเกี่ยวกับคำ "วิธีสอนแบบสอบสวนหาความจริง" (Inquiry Method) ลักษณะนี้อยู่ในระหว่าง "การซักถามเป็นปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์" และ "การใช้วิธีการสอบสวนหา

ความจริงทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์" รูเธอร์ฟอร์ด (Rutherford, 1964 :80) อ้างถึงข้อความอันก่อนที่ว่า "การสอบสวนหาความจริงเป็นเนื้อหา" (inquiry as content) และข้อความตอนหลังที่ว่า " การสอบสวนหาความจริงเป็นเทคนิค" (inquiry as technique)

การฝึกการสอบสวนหาความจริงในวิชาชีววิทยาและโครงการวิจัย

ในปัจจุบันแนวโน้มของการ เรียนการสอนหนักไปทางให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตัวเองให้มากที่สุด ดังนั้นจึงนำเอาการสอนแบบการสอบถามหาความจริงมาใช้ การออกแบบสอบสวนหาความจริงจะเกิดผลแก่เด็กโดยสมบูรณ์นั้นเด็กจำเป็นต้องเรียนรู้หลักการวิจัยด้วย เพราะวิธีการวิจัยนั้นนำไปสู่การสอบสวนค้นหาความจริง แต่อย่างไรก็ตามเด็กจะเกิดการเรียนรู้ได้ก็ขึ้นขึ้นอยู่กับแนวการสอนของครู ครูวิทยาศาสตร์ควรจะช่วยนักเรียนในค้นหาเทคนิคของการเรียนได้อย่างแท้จริง ครูไม่ควรเพียงแต่จะคิดเท่านั้น แต่จะต้องหาเทคนิคในการจูงใจนักเรียนให้อยากเรียนรู้ถึง "วิธีเรียน" ภายใต้การฝึกการสอบสวนหาความจริงทางชีววิทยาและโครงการวิจัย โครงการนี้ตั้งขึ้นที่ Mento - Atherton High School, California โดยได้รับทุนสนับสนุนจาก NDEA โครงการนี้จัดตั้งขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีความต้องการจะทำการวิจัยให้เหมือนดังที่นักวิทยาศาสตร์โดยอาชีพได้ปฏิบัติกัน นักเรียนทำการวิจัยในโครงการนี้ทั้งหมดได้แบ่งออกเป็นพวก ๆ เรียกว่า Mento - Atherton Scientific Society (MASS) ความมุ่งหมายขององค์การนี้ ก็เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้ทำการสืบสวนแต่ละคนในบรรยากาศของการสอบสวนหาความจริง ความสำเร็จขององค์การนี้วางอยู่บนรากฐานแห่งความร่วมมือเพียงกัน ในข้อปฏิบัติทดลองของการวิจัย ได้กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนทางในการปฏิบัติไว้โดยสมบูรณ์เพื่อเป็นแนวทางสำหรับให้เด็กทำงานได้โดยถูกต้องและมีระเบียบวินัย ดังนั้นเด็กเหล่านี้จะต้องได้รับการอบรมอย่างถี่ถ้วนที่จะลงมือทำงาน ทั้งนี้เพื่อปลูกฝังให้เด็กรู้จักปกครองตนเอง เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง มีระเบียบวินัยโดยตนเองและรู้จักนำตนเองทาง (Wong, 1965 : 596) ได้กล่าวถึงผลที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ว่า "ผลที่ได้รับ

จากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ในตอนแรก ๆ จะไม่ได้ผลดีนัก แต่ถ้าฝึกต่อไปเรื่อย ๆ บางครั้งอาจได้ผลที่มีคุณภาพกว่านักวิจัยอาชีพเสียอีก นักเรียนควรจะได้ฝึกฝนเพื่อหาทางส่งเสริมการสอบสวนหาความจริงอยู่เสมอ เพื่อจะทำให้เขาวินิจฉัยปัญหาของตนเองแหลมคมยิ่งขึ้น มิเช่นนั้นไปเพื่อแสวงหาผลประโยชน์อย่างอื่น การวิจัยนั้นไม่ควรเป็นกลอุบายเพื่อซ่อนข้อบกพร่องต่าง ๆ กิจกรรมเหล่านี้จะทำให้สำเร็จมากที่สุด ก็ต่อเมื่อนักเรียนได้รับคำแนะนำอย่างมีคุณค่าต่อกรรมวิธีของการสอบสวนหาความจริงโดยเฉพาะ และควรให้หลักสูตรนั้นเน้นหนักถึงแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมดจะเป็นทางนำไปสู่การขยายหลักสูตรว่าด้วยการสอบสวนหาความจริงให้กว้างขวางออกไป"

บราว (Brown , 1967 : 745) ได้ปรับปรุงวิธีนำเข้าสู่การวิจัยขั้นพื้นฐานทางชีววิทยาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ Lafayette Senior High School, Kentucky เขาได้วางกฎเกณฑ์เพื่อเลือกปัญหาที่ท้าทายดังต่อไปนี้

๑. ปัญหาที่เลือกนั้นต้องเป็นจริง ควรแตกต่างกัน และเป็นปัญหาที่น่าสนใจ
๒. ปัญหาที่เลือกนั้นไม่ต้องการเครื่องมือที่มีราคาแพง หรือต้องใช้เทคนิคในการดำเนินการมากนัก

๓. ปัญหาที่เลือกนั้นไม่ควรใช้เวลามากนัก เพราะเวลาในห้องเรียนมีจำกัด

ฟิชเลอร์ (Fishler, 1968 : 270) ได้กล่าวว่า "สภาพของครูในวิทยาลัยเหมือนกับนักวิจัย คือมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน แต่มีเพียงส่วนน้อยที่เข้าใจบทบาทสำคัญยิ่งของครูในโรงเรียนทั่วไปก็เหมือนกับนักวิจัยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นการเลาะแสวงหาสิ่งที่มีค่าใกล้เคียงความจริงที่สุด ถึงกระนั้นก็ควรที่วิทยาศาสตร์ควรจัดแบบจำลองไว้สำหรับเด็กนักเรียนของเขา สิ่งที่ดีให้เห็นว่าครูต้องมีหน้าที่เกี่ยวกับการวิจัยอยู่เสมอ โดยครูต้องพยายามสอบสวนหาความจริงจากธรรมชาติของสิ่งที่มีชีวิตต่าง ๆ และรู้จักทดลองใช้วิธีที่ดีที่สุดของการวัดระเบียบและแนะนำนักเรียนให้รู้จักวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นครูที่สอนในวิชาชีววิทยาจึงต้องสามารถทำการวิจัยเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาชีววิทยาและวิธีสอนในห้องเรียนได้ "

วิธีสอนแบบการสอบสวนหาความจริง : มีความหมายได้ ๓ ประการ

การสอนแบบการสอบสวนหาความจริงกำลังได้รับความสนใจอย่างมากว่าเป็นวิธีของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติ ตลอดจนไปจนถึงการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาด้วย ได้จัดให้มีการตีความหมายกันอย่างมากมายว่าทำอะไรจึงจะจัดประสบการณ์เกี่ยวกับการสอบสวนหาความจริงให้สามารถกระทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้หลัก ๓ ประการที่ได้จากการตีความหมายเหล่านี้ ถูกลำมาเป็นข้อจำกัดความของการสอนแบบการสอบสวนหาความจริง คณะของ อาเธอร์ โคสตา ซึ่งประกอบด้วย เบน สแตรสเซอร์ และ อัลฟอเรตตา ฟิช ได้นำเอาเรื่องนี้มาบรรยายกันที่ National Science Teachers Association South - west Region Conference ใน Tucson, Arizona เมื่อวันที่ ๒๘ - ๓๐ ตุลาคม ค.ศ. ๑๙๖๖

โคสตา (Fish and Gold mark , 1969 . 192) ได้กล่าวถึงการฝึกการสอบสวนหาความจริงของซัชแมนเมื่อเป็นการอธิบายถึงเทคนิคของการสอบสวนหาความจริงว่า " โครงการฝึกการสอบสวนหาความจริงของซัชแมนได้จัดสร้างขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถกระทำและบังคับตนเองในด้านการเรียนรู้ การที่จะกระทำให้ได้การศึกษาก็ต้องจัดบรรยากาศและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นให้ จัดโครงสร้างและกระบวนการต่าง ๆ จัดระเบียบของข้อมูลที่ได้มาให้เป็นไปตามลำดับ และช่วยนักเรียนให้สามารถควบคุมความก้าวหน้าของตนเองได้ ดังนั้นจึงเห็นว่าครูเป็นผู้ให้ความสะดวก (Facilitator) และนักเรียนเป็น "ผู้จัดโครงการ" (Programmer) การเรียนรู้ของเราช่วยตนเอง"

ซัชแมน (Suchman , 1964 230) ได้กล่าวถึงสภาพการณ์ต่าง ๆ ว่ามีความจำเป็นควรจัดให้แก่เด็กเพื่อเป็นการแนะนำตนเองเกี่ยวกับการสอบสวนหาความจริง และสิ่งที่ต้องจัดให้ก็คือจุดมุ่งความสนใจ ความอิสระเสรี และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม

ฟิช (Fish and Goldmark, 1969 193) ได้กล่าวถึงลักษณะของการ

สอบสวนหาความจริงนั้น ครูมีส่วนช่วยเหลือนักเรียนเป็นชั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ ๑ เด็กเป็นผู้เริ่มต้นทำให้เกิดการสอบสวนหาความจริง งานของครูก็คืออาจเงื่อนไขซึ่งจะช่วยสนับสนุนการสอบสวนหาความจริง เด็กจะต้องมีอิสระที่จะตัดสินใจด้วยตัวเองว่าข้อมูลอะไรจะจำเป็นสำหรับการค้นหาคำอธิบายชุดใหม่ การกระทำต่าง ๆ เหล่านี้ไปได้เน้นถึงการแข่งขันระหว่างกันและกัน ไม่นั่นเกี่ยวกับรางวัลตอบแทนและระบอบที่เรียกร้องการ เพียงแต่ให้เด็กมีอิสระจากความกดดันต่าง ๆ เพื่อเด็กจะได้เกิดความพอใจในสถานของตนเองและสิ่งแวดล้อมทางสังคมที่เด็กทำงานอยู่ ซึ่งจะทำให้เด็กสามารถกระทำต่อไปด้วยการสอบสวนหาความจริง เมื่อสถานการณ์ของความกดดันต่าง ๆ เหล่านี้หมดไปเด็กก็สามารถเกี่ยวข้องกับกระบวนการสอบสวนหาความจริงและจะตื่นตัวกับวิธีการนี้

ขั้นที่ ๒ ครูมีหน้าที่ต้องกระทำต่อไปก็คือการเตรียม "การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม" สำหรับเด็ก ครูต้องจัดเตรียมข้อมูลที่หามาได้ซึ่งเด็กอาจต้องการสำหรับนำไปทดสอบทฤษฎีที่เขาเกี่ยวข้องด้วย กระบวนการของการสอบสวนหาความจริงซึ่งชัดเจนได้สร้างขึ้นเป็นกระบวนการปฏิบัติข้อสมมุติฐาน และทดสอบข้อสมมุติฐานนี้ด้วยการทดลอง และพิจารณาจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

ขั้นที่ ๓ นอกจากครูจะได้มีส่วนในการสร้างสรรค์สภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นการจูงใจและสนับสนุนการสอบสวนหาความจริงแล้ว ที่มากยิ่งไปกว่านั้นก็คือครูช่วยเด็ก ๆ ให้สามารถตรวจสอบกระบวนการของการสอบสวนหาความจริงได้ด้วยตนเอง เพื่อให้เด็กมีความเข้าใจว่า ความรู้มีลักษณะอย่างไร ทฤษฎีต่าง ๆ มาจากไหน และเด็กสามารถประเมินค่าจากข้อมูลนั้น ๆ อย่างไร โดยการสอบสวนตรงไปสู่การสอบสวนหาความจริง จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้และเข้าใจในสิ่งที่เข้าใจในสิ่งที่เขารู้ด้วยตนเองมากขึ้น ผลที่ได้จากการสอบสวนหาความจริงก็คือทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงจากเป็นผู้ที่จะใช้ความรู้ไปเป็นผู้ผลิตความรู้ขึ้นขึ้นมาตัวเอง สิ่งนี้จะทำให้เด็กเพิ่มความเป็นอิสระภาพแก่ตัวเด็กเองมากขึ้นในฐานะที่เป็นผู้เรียนนับตั้งแต่เขาสามารถใช้ประโยชน์ และประเมินผลทฤษฎีต่าง ๆ ได้ และสามารถ สรุปข้อความต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ จะเป็นเหตุทำให้เขาสามารถสร้างทฤษฎีต่าง ๆ ได้ด้วย

ตนเอง และข้อสรุปเหล่านั้นได้ทำให้เขามีความเข้าใจในความหมายมากขึ้น

เป้าหมายซึ่งชัดเจนได้ตั้งขึ้นเพื่อโครงการนี้ก็คือ ๑. เร่งเร้าจิตใจและสนับสนุน ชักชวนให้เกิดการติดตามความหมายของข้อมูล ทฤษฎีและข้อสมมุติฐานต่าง ๆ ๒. สร้าง สถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการติดตามที่เป็นไปได้และมีผลเกิดขึ้น และ ๓. เป็นการนำเอา การสอบสวนหาความจริงไปสู่การสอบสวนหาความจริงโดยตัวมันเอง เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจใน จุดประสงค์ และเป็นผู้สอบสวนหาความจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

ฟิช (Fish and Goldmark, 1967 : 193) ก็ได้เขียนถึงลักษณะของ เบเน ธาเรสเซอร์ว่า "การนำเอาวิธีสอนแบบการสอบสวนหาความจริงเข้ามามีใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ สิ่งแรกที่เขา อ้างถึงก็คือการตรวจสอบพฤติกรรมในด้านการลงของครูด้วยตัวครูเอง ลักษณะประการแรก ของการตรวจสอบก็คือการกำหนดขอบเขตว่าผู้เรียนจะทำอะไรบ้าง เมื่อเขาก่อการสอบสวน หาความจริง ลักษณะประการที่ ๒ เกี่ยวกับการสอบสวนหาความจริงของครูก็คือ การรู้จัก พฤติกรรมที่เขาปฏิบัติอยู่ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนกระทำต่อสิ่งซึ่งใครก็ตามทำ เมื่อเขาเรียน วิทยาศาสตร์ ดังนั้นการสอบสวนหาความจริงที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ จะเกี่ยวข้อง กับระบบการตรวจสอบพฤติกรรมการสอนของตนเอง "

สรุป

มูลเหตุที่ทำให้การสอนเปลี่ยนแปลงอยู่เสมออันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลง ทางด้านปรัชญาและจิตวิทยาทางการศึกษา กับความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ ผู้เอาริวิธีของนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในด้านการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันนี้ ความรู้เพิ่มขึ้นมากมาย จึงเป็นการยากที่นักเรียนรู้อยู่ได้ทั้งหมด กับความจริงทางวิทยาศาสตร์ ก็เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่เป็นสิ่งที่ตายตัวเหมือนดังที่เชื่อกันในสมัยก่อน ดังนั้นจึงทำให้เกิด แนวความคิดใหม่ว่า การเรียนการสอนนั้นควรมุ่งให้นักเรียนเรียนรู้หลักการใหญ่ ๆ และได้ นักเรียนเข้าใจในวิธีการศึกษากันว่าหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด วิธีนี้เรียกว่า "ได้วิธีใหม่" ซึ่งเรียกกันว่า วิธีสอนแบบ "การสอบสวนหาความจริง"

การสอนด้วยวิธี "การสอบสวนหาความจริง" หมายถึงการสอนโดยวิธีกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาขึ้นด้วยความสนใจ จากการสังเกตการณ์ของตนเองนำไปสู่การสรุปคำตอบโดยมีครูเป็นผู้ช่วยแนะแนวให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาต่าง ๆ ทั้งในแง่ที่เกี่ยวข้องหลักวิชาทางชีววิทยาและในแง่ประยุกต์ ส่วนรายละเอียดของการจัดลำดับเนื้อหาในการสอนนั้น ควรให้ครูผู้สอนมีอิสระในการเลือกตัวอย่าง และดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพการของทางโรงเรียนกับธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น"

ฉะนั้นเราวิธีสอนแบบการสอบสวนหาความจริงมาใช้ให้ได้นั้น ทั้งครูและนักเรียนจะต้องได้รับการฝึกหัดการสอบสวนหาความจริงมาอย่างดี เช่นเป็นต้นว่าต้องปลูกฝังให้รู้จักการปกครองตนเอง เกิดความเชื่อมั่นในตนเองและรู้จักในการนำตนเอง นอกจากนั้นควรปลูกฝังให้รู้จักแยกแยะและคัดเลือกปัญหาที่ท้าทายต่าง ๆ พร้อมทั้งฝึกให้สามารถแก้ปัญหา ประเมินและสรุปผลของทฤษฎีต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองโดยต้องเรียนรู้และนำเอาวิธีการวิจัยมาใช้ และต้องปลูกฝังให้เป็นนักวิจัยด้วย

บทที่ ๓

ความเคลื่อนไหวทางการศึกษาชีววิทยาในต่างประเทศ

ตอนที่ ๑

พัฒนาการของหลักสูตรและการสอนชีววิทยาในสหรัฐอเมริกา

ในครึ่งหลังแห่งคริสต์ศตวรรษที่ ๒๐ นี้ ความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก้าวรุดหน้าไปมาก ดังคำกล่าวของเมเยอร์ (Mayer, 19๐-357) ที่ว่า "ในปัจจุบันนี้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เริ่มมากขึ้นเป็น ๖ เท่า ทุก ๑๐ ปี ดังนั้นขณะนี้เราจึงรู้มากกว่าปี ๑๙๐๐ ถึง ๖๔ เท่า และเมื่ออย่างสหัสวรรษที่ ๒๑ เราจะต้องรู้เป็น ๒ พันเท่าของปัจจุบัน" เนื่องจากจำนวนและความซับซ้อนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ความอุดมรุ่มอย่างมากมายของความรู้ใหม่ ๆ ในทุกสาขาของวิทยาศาสตร์ บทบาทของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กลายมาเป็นลักษณะพิเศษของวัฒนธรรมของเรา และเป็นสิ่งสำคัญที่นำมาเพิ่มขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหาพื้นฐานของสังคม สวัสดิภาพในทางเศรษฐกิจและการเมืองของเรา ดังนั้นจึงเป็นเหตุทำให้สิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้กลายเป็นสาเหตุโต้เถียงกันมากในศตวรรษนี้ว่า เราควรจะต้องจัดหลักสูตรและกำหนดวิธีสอนอย่างไร เพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งที่สุด

ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการเคลื่อนไหวทางการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษามากกว่าประเทศอื่น ๆ โดยเฉพาะสถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกาได้แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่งเพื่อศึกษาหลักสูตรชีววิทยา มีชื่อว่า BSCS เท่ากับเป็นการช่วยให้การศึกษาวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัศึกษามีความเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

BSCS ได้แต่งตั้งคณะกรรมการขึ้น ๓ ชุด เพื่อทำหน้าที่เขียนตำราชีววิทยาขึ้น ๓ แนว วิชาชีววิทยาสัมพันธ์ใหม่ได้ถูกนำเอาไปรวมกับของเก่าโดยไม่ตัดของเดิมทิ้งแต่เพิ่มเนื้อหา

สาระให้มากยิ่งขึ้น งานชิ้นต้นของ BSCS เน้นหนักในด้านการตรวจสอบและทดสอบเพื่อจะได้ ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น เครื่องมือต่าง ๆ ที่ BSCS สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัด เป็นเพียงเพื่อที่จะเป็นแนวทางเข้าสู่การศึกษาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาเท่านั้น ไม่ถือว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับการศึกษานี้ แต่จะต้องมีแนวทางที่ต่างกันออกไปอีกสำหรับนักศึกษาวรรณอเมริกันในระบายนี

ลักษณะสำคัญของแบบเรียน BSCS มีต้นกำเนิดมาจากหนังสือประวัติวิทยาศาสตร์อเมริกัน ซึ่งมีความสัมพันธ์เรื่อยมาตั้งแต่ปี ๑๘๘๐ ถึงปัจจุบันการพัฒนาของตำราชีววิทยาวรรณอย่างย่อ ๆ ควรแยกออกได้เป็น ๓ ตอนดังนี้ (Schwab , 1963 . 3)

ตอนที่ ๑ เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๘๘๐ - ๑๙๒๕ แนวโน้มในหนังสือแบบเรียนนี้กำหนดขึ้นเป็นตัวอย่างในชั้นต้นนั้นมีความมุ่งหมาย ๒ ประการ คือ ก. เพื่อจัดระดับวิชาวิทยาศาสตร์ในขณะนั้น และเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การเรียนในระดับอุดมศึกษา ผู้เขียนตำราในวงนี้เป็นนักชีววิทยาโดยแท้ เนื้อหาวิชาที่เขียนขึ้นจึงไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและความสนใจ ของเด็ก

ตอนที่ ๒ เริ่มจากปี ๑๙๒๕ - ๑๙๔๙ ตำราเรียนในช่วงนี้ได้ดัดแปลงตำราเรียนของช่วงแรก โดยเพิ่มเนื้อหาให้มากขึ้นแต่ไม่เปลี่ยนพื้นฐานเดิม อิทธิพลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำราในช่วงนี้ก็คือนักเขียนให้เหมาะสมกับความสามารถ ความสนใจ ภูมิหลังและความตั้งใจที่แตกต่างกับของเด็ก สรุปตำราในช่วงนี้เขียนขึ้นโดยมุ่งเล็งถึงตัวเด็กเป็นสำคัญเนื้อหาจึงค่อนข้างง่าย เพื่อให้สอดคล้องกับระดับสติปัญญาของเด็ก ดังนั้นผู้เขียนจึงประกอบด้วยนักชีววิทยาและนักจิตวิทยาเข้าร่วมด้วย

ตอนที่ ๓ เริ่มตั้งแต่ปี ๑๙๔๙ ถึงปัจจุบันตำราเรียนในช่วงนี้ได้แก่ตำราเรียนชุดของ BSCS นั่นเอง ตำราชุดนี้เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีใหม่ของคณะผู้เขียน ทั้งนี้เพราะคณะผู้เขียนประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่าย เป็นต้นว่านักชีววิทยานักการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ และกรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา เขาพยายามเลือกวัสดุที่ดีที่สุดและสำคัญที่สุดสำหรับการศึกษาของประชาชนทั่วไป เขาพยายามพัฒนาวัสดุสำหรับเป็นแบบในการช่วยเหลือในด้านการพัฒนาทัศนคติและทักษะที่เป็นจุดประสงค์ของการศึกษาของประชาชนชาวอเมริกัน

เขาพยายามสะท้อนถึงโครงสร้างของชีววิทยาของสมัยนี้ และพยายามทำวิสัยทัศน์สำหรับครูที่ทักในสหรัฐอเมริกาได้ใช้

อย่างไรก็ตามประวัติการึกษาทางค่านชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา มีลักษณะที่เด่นอยู่ประการหนึ่งคือ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอทั้งทางด้านหลักสูตรและวิธีการสอน ซึ่งจะขอกล่าวถึงตามลำดับดังต่อไปนี้

๑. หลักสูตรและการสอนชีววิทยา ก่อนปี ค.ศ. ๑๘๕๐

ในระบอบกัน ๆ ของศตวรรษที่ ๑๘ การศึกษาทางค่านชีววิทยายังไม่แพร่หลาย และยังไม่มีความ "ชีววิทยา" (Biology) ดังนั้นหลักสูตรชั้นมัธยมจึงจัดในรูป "ประวัติศาสตร์ธรรมชาติ" (Natural History) และได้นำเอาวิชานี้มาใช้เป็นครั้งแรกที่ Wesleyan Academy ใน Wadsworth, Mass. ในปี ๑๘๑๘ (Brandwein and others, 1958 : 237) และได้นำมาบรรจุไว้ในหลักสูตรของโรงเรียนมัธยมของ New York City ในปี ค.ศ. ๑๘๒๕ วิชาประวัติศาสตร์ธรรมชาตินี้ประกอบขึ้นด้วย ๒ หมวดวิชาใหญ่ ๆ คือวิชาพฤกษศาสตร์ (Botany) และสัตววิทยา (Zoology) ซึ่งจัดขึ้นตามแบบหลักสูตรในมหาวิทยาลัย หลังจากปี ค.ศ. ๑๘๒๕ ไปแล้วพบว่ามีการเพิ่มวิชาสรีรวิทยา (Physiology) มาเพิ่มเข้าด้วย หลังจากปี ค.ศ. ๑๘๕๐ ไปแล้วพบว่าทั้ง ๓ หัวข้อวิชานี้ วิชาพฤกษศาสตร์และวิชาสัตววิทยาเป็นหัวข้อที่ใช้สอนร่วมกันในโรงเรียนมัธยมต่าง ๆ เกือบครึ่งหนึ่ง ส่วนวิชาสรีรวิทยาใช้สอนกันประมาณ ๓/๔ เท่านั้น (Brandwein and others, 1958 : 337) นอกจาก ๓ หัวข้อวิชาหลักนี้แล้วยังมีหัวข้อวิชาย่อย ๆ อีก เช่นวิชาการแบ่งหมวดหมู่ของพืชและสัตว์ (Taxonomy) วิชากายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) และวิชากายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบ (Comparative Anatomy) เป็นต้น

ฮักเลย์ (Huxley) ได้แนะนำให้มีการตั้งหลักสูตรวิชาที่เรียกว่า "ชีววิทยา" (Biology) ขึ้นในปี ค.ศ. ๑๘๕๐ (Brandwein and others, 1961 : 327) และในระยะเวลาต่อมาไม่นานนัก ลูกศิษย์ของเขาก็ดำเนินการตั้งหลักสูตรวิชาที่คล้ายกันนี้ขึ้นใน John Hopkins University และในปี ค.ศ. ๑๘๖๕ ก็มีการสอนวิชาชีววิทยา (Biology) ขึ้นในโรงเรียน

มัธยมที่นิวยอร์ก ในตอนแรก ๆ วิชาชีววิทยาประกอบด้วยวิชาสรีรวิทยา สัตววิทยา และ
พฤกษศาสตร์ ในระยะหลังต่อมาก็ได้มีการเพิ่มหัวข้อวิชาต่าง ๆ ขึ้น เช่น มนุษยวิทยา
(Anthropology) ขวณิทยา (Geology) และจิตวิทยา (Psychology)
เป็นต้น

๒. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๘๘๐ - ๑๙๐๐

ระยะเวลา ๑๐ ปี นับจาก ค.ศ. ๑๘๘๐ - ๑๙๐๐ เป็นระยะเวลาของความสนใจ
เกี่ยวกับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาและธรรมชาติของการศึกษาในทางวิทยาศาสตร์ ในระยะ
นี้เด็กหนุ่มสาวมีความต้องการที่จะศึกษาต่อไปเรื่อยจนถึงระดับมัธยมและระดับอุดมศึกษา ในระยะ
นี้คณะต่าง ๆ ของวิทยาลัยยังขาดแบบแผนที่ดีสำหรับฝึกฝนผู้เรียน และขาดคุณภาพในการเรียน
ที่ผู้เข้าไปเรียนต้องการ

ลักษณะของการสอนชีววิทยาระหว่าง ๑๘๘๐ - ๑๙๐๐ นั้นเริ่มเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
โดยเปลี่ยนจากประวัติธรรมชาติ (Natural History) ไปเป็นพฤกษศาสตร์และสัตววิทยา
บริสุทธิ์ (Pure Botany and Zoology) ด้วยการเน้นหนักทางด้านโครงสร้างของ
พืชและสัตว์ (Morphology)

ฮันเตอร์ (Hurd , 1961 : 17) ได้กล่าวถึงลักษณะการสอนในระยะนี้ว่า
"เป็นระยะของการสอนชีววิทยาโดยใช้หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลอง (Laboratory manual)
ทั้งนี้เพราะระยะนี้มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านจิตวิทยา โดยเชื่อว่าการกระทำทดลอง
ในทุกสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิธีจำเป็นการที่ดีเลิศสำหรับการฝึกหัดและปฏิบัติด้วยความ
สามารถทางด้านจิตใจที่อุทิศให้กับการสังเกต จะเป็นพลังให้เกิดความจำ"

๓. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๐๐ - ๑๙๑๐

ในระยะ ๑๐ ปี ตั้งแต่ ๑๙๐๐ - ๑๙๑๐ เป็นระยะเริ่มต้นของหลักสูตรชีววิทยาทั่วไป
(General Biology) ปรากฏว่าในปี ๑๙๐๐ มีนักเรียนเลือกเรียนหลักสูตรใหม่เพียง
๑.๑% (Hurd , 1961 : 27) ความจริงแล้วชีววิทยาแผนใหม่ประกอบด้วย ๓ วิชา
ย่อยคือ พฤกษศาสตร์ สรีรวิทยาของมนุษย์และสัตววิทยานั้นเอง และในระยะนี้มีการพัฒนา

เกี่ยวกับการสอนชีววิทยา ดังนี้

๑. การกำเนิดขึ้นของชีววิทยาทั่วไปในชั้นมัธยมศึกษาโดยการรวมกับของ
พฤกษศาสตร์ สัตววิทยา และสรีรวิทยาของมนุษย์
๒. ความรู้ตัวเฉลี่ยของนักเรียนที่จะไม่เรียนต่อในวิทยาลัย และความปรารถนาที่
จะพัฒนาตัวเองให้ปฏิบัติได้จริงในแบบของหลักสูตรชีววิทยา
๓. ได้เริ่มปรากฏเป็นตำราชีววิทยาเล่มแรกขึ้นแทนที่ตำราเดิมซึ่งแยกเป็น
พฤกษศาสตร์ สัตววิทยา และสรีรวิทยาของมนุษย์
๔. ความพยายามที่จะเริ่มต้นการสอนชีววิทยามุ่งตรงไปยังกฎเกณฑ์ทางชีววิทยา
ความคิดและความเกี่ยวพันกัน
๕. จุดมุ่งหมายของการสอนชีววิทยาจะเน้นให้มากถึง "วิธีทางวิทยาศาสตร์" และ
"ภาคปฏิบัติ"
๖. ความไม่เป็นผลต่อทฤษฎี "Mental discipline" ในด้านการเรียน
กับความคิดที่ติดแบบเข้าด้วยกัน ที่จะใช้เป็นทุนต่อความสนใจของนักเรียนและประสบการณ์
๗. ความล้มเหลวของวิชาสรีรวิทยาของมนุษย์ที่จะตั้งขึ้นแยกออกเป็นหลักสูตร
ต่างหาก ทั้งนี้เพราะการลงทะเบียนในการเลือกเรียนวิชานี้ลดลงกว่าเดิม ๕๐ เปอร์เซ็นต์
ระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๐๐ - ๑๙๑๐
๘. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๑๐ - ๑๙๒๐

การพัฒนาในการสอนวิชาชีววิทยา จากปี ค.ศ. ๑๙๑๐ - ๑๙๒๐ เป็นช่วงแห่งการ
เปลี่ยนแปลงหลักสูตรใหม่ เริ่มมีการแต่งตำราโดยใช้ชื่อว่า "Biology" ขึ้น แต่ก็ยังมี
บางคนยังเห็นว้างไม่สมบูรณ์จึงต่อเติมขึ้นใหม่เป็น "Plant biology" "Animal
biology" และ "Human biology" เป็นต้น แต่ความจริงแล้วคำว่า
ชีววิทยานั้นประกอบขึ้นด้วย ๓ หัวข้อย่อยดังกล่าวนี้

ในระยะ ๑๐ ปีนี้ คุณค่าแห่งความสำเร็จที่ได้รับจากการศึกษาชีววิทยาได้ถูกจำกัด
ความขึ้นใหม่ ในระยะนี้การเน้นเกี่ยวกับการสอนชีววิทยาเพ่งเล็งถึงความสำคัญของวิชา

ชีววิทยาคือสวัสดิภาพของมนุษย์ในด้านอาชีพ สุขภาพ การสุขภาพ งามอดิเรก ความ
 ขาบซึ่ง ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม วิชาชีววิทยามีความหมายว่าเป็นชีววิทยาของมนุษย์
 และศาสตร์ นิเวศวิทยามาใช้แทนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และส่วนอื่น ๆ ของหลักสูตรซึ่งถูกคัดเือก
 ตาราชีววิทยาที่พิมพ์ขึ้นระหว่างปี ๑๙๑๐ - ๑๙๒๐ สะท้อนให้เห็นถึงการเน้นที่เปลี่ยนไป คือ
 เน้นทางด้านชีววิทยาประยุกต์ ดังชื่อหนังสือต่อไปนี้ Applied Biology , Essentials
 of Biology , A Civic Biology, Elementary Biology, Practical Biology
 เป็นต้น และเป็นที่ยอมรับกันว่าหลักสูตรชีววิทยาในระยะนี้เน้นหนักทางด้านปฏิบัติมากขึ้น
 ขึ้นสำหรับใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน.

วิธีการสอนที่ทำนอกเหนือไปจากที่ทำอยู่ประจำในขณะนี้ ก็คือพยายามเรียกร้อง
 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยมากขึ้น จะนับว่าโครงการ ปัญหา และคำถามจะเป็นแนวทางชักนำ
 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยยิ่งขึ้น การอ่านอย่างกว้างขวาง การศึกษานอกสถานที่ การวิจั
 ทรัพยากรของชุมชน การศึกษาถิ่นที่อยู่ของพืชและสัตว์ได้ ถือว่าเป็นเทคนิคเพื่อเป็นแรง
 กระตุ้นที่จะปรับปรุงการเรียนชีววิทยาได้ขึ้น

ครูและนักวิทยาศาสตร์มีความรู้สึกเหมือนกันว่า เด็กเรียนในชั้นมัธยมศึกษาจะเรียน
 เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การรวบรวมหัวข้อวิชาเกี่ยวกับปัญหาและโครงการ เป็น
 ความพยายามที่จะพัฒนาความเข้าใจในชีววิทยาศาสตร์ การศึกษาชีวิตความเป็นอยู่ของนัก
 ชีววิทยาที่ชื่อเพียงจะก่อให้เกิดความรู้สึกที่จะสร้างความซาบซึ้งในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

จากการติดตามพบทางของวิชาชีววิทยาซึ่งเป็นตำราที่แต่งขึ้นใหม่ในระยะนี้
 ปรากฏว่า ในปี ๑๙๑๓ คณะกรรมการสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยได้กำหนดวิชา

ชีววิทยาในข้อสอบเป็นครั้งแรก (Brandwein and others , 1958 238)
 แต่หลักสูตรชั้นต้น ต้องเป็นไปในทำนองที่ว่า เรียนพฤกษศาสตร์ครึ่งปี และเรียนสัตววิทยา
 ครึ่งปี จนกระทั่งปี ๑๙๓๖ คณะกรรมการนี้จึงได้กำหนดให้มีการสอนรวมกันดูเหมือนว่าหลักสูตร
 การเรียนชีววิทยาในโรงเรียนทั่วไปจะก้าวไปไกลกว่าหลักสูตรในวิทยาลัย และหลักสูตรใน
 ชั้นมัธยม

ในปี ๑๙๒๐ คณะกรรมการองค์การวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาได้
แนะนำว่า (Brandwein and others , 1958 : 238) การระงับให้มีการสอน
ชีววิทยาในชั้น ๙ ตามแผนการศึกษา ๖ - ๓ - ๓ และในชั้น ๑๐ ตามแผนการศึกษา ๘ - ๔
ในระยะต่อมาไม่นานก็ได้มีการสอนชีววิทยาในชั้น ๑๐ ดังที่เราเห็นกันอยู่ในปัจจุบันนี้
พจนานุกรมและสัตว์วิทยาไม่ได้ถือเป็นเรื่องสำคัญนักในหลักสูตรของโรงเรียนมัธยม
๕. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๗๐

เป็นช่วงแห่งการชักจูงเพื่อหาทางปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาให้เป็นหลักสูตร
มาตรฐาน มีการสำรวจและการศึกษาเพื่อค้นหาส่วนสำคัญที่เป็นปกติธรรมดาของหลักสูตร
ชีววิทยา และเพื่อทำให้เป็นหลักสูตรพื้นฐานอันหนึ่งอันเดียวกันในวิชาชีววิทยา ดังนั้นช่วงนี้จึง
เป็นรายการใช้ข้อทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) ซึ่งในทางกลับกัน
ถ้าข้อทดสอบนั้นถูกต้องแม่นยำจริง ๆ ก็สามารถเรียกร้องให้หลักสูตรเป็นแบบเดียวกันหมดได้

ถ้ามองในแง่ของการพัฒนาใหม่ ๆ แล้วการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในช่วง ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๗๐
จึงมีอะไรเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่การลงทะเบียนเพื่อเรียนชีววิทยาในชั้นมัธยมมีจำนวนเพิ่ม
ขึ้นอย่างมากมาย (Hurd , 1961 : 52) ซึ่งเป็นเครื่องแสดงว่าหลักสูตรชีววิทยาระดับกลาง
เป็นหลักสูตรที่เด่นในระดับชั้นมัธยม

๖. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๗๐ - ๑๙๘๐

ในช่วงระยะ ๑๐ ปี มีข้อที่น่าสังเกตเกี่ยวกับการพัฒนาการของวิชาชีววิทยาว่า
ลักษณะดังนี้

๑. การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะแจกจ่ายไปยังทุกประเทศที่กว้างออกไปของการ
การศึกษาทั่ว ๆ ไป และต้องรวมเนื้อหาของความรู้ของบุคคลและสังคมอย่างกว้างขวาง
ด้วย

๒. ความคิดที่ว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของข้อเท็จจริง อันเป็นหลักสำคัญ
หรือพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์แต่เดิมนั้น กำลังจะเริ่มเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพราะข้อ

เท็จจริงที่ได้มาจากกรรมวิธีของการจดจำจะมีคุณค่าเพียงเล็กน้อยต่อสถานะ "การแก้ปัญหา"

๓. ทักษะ ทักษะคิด และวิธีการที่เกี่ยวข้องกับ "การแก้ปัญหา" อยู่เสมอ ๆ จะเป็นลักษณะวิธีทางวิทยาศาสตร์ซึ่งปัจจุประสงค์ที่ป็นค่าในการสอนวิทยาศาสตร์

๔. เนื้อหา หลักสูตรได้ถูกจำกัดความไว้อย่างดีที่สุด ในขอบเขตของหลักเกณฑ์และนิสัย ๆ ไปของเนื้อหาวิชา สิ่งนี้กระทำเพื่อให้หลักสูตรสามารถปรับเข้าหากันได้ และจะมั่นคงอยู่กับการวิจัยค้นคว้าในการเรียนรู้

๕. ไม่ควรจะมีข้อแตกต่างกับของวิธีดำเนินงานระหว่างห้อง เรียนและต้องปฏิบัติการทดลอง ทั้งมองอย่างควรจะช่วยกันในการแก้ปัญหา

๖. การทดสอบและการวัดผลจะเกิดขึ้นในขอบเขตของจุดประสงค์ทั้งหมดของหลักสูตรข้อทดสอบที่ดีที่สุดก็คือต้องการให้นักเรียนประยุกต์เอาความรู้ไปใช้ให้เหมาะกับสภาพการณ์ที่แปลกและใหม่

๗. มีความจำเป็นสำหรับ โครงการที่สมมูลกันทางวิทยาศาสตร์ในบางโอกาส สำหรับนักเรียนทั้งหมดที่จะสร้างพื้นฐานทั้งทางวิทยาศาสตร์จิตภาพและนิสัย

๘. โครงการในการสอนวิทยาศาสตร์ จะมีต่อเนื่องกันไปจากระดับอนุบาล ถึงระดับมัธยม

การเรียนในขณะนี้เน้นถึงการค้นคว้าวิจัยว่ามีความจำเป็นเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์มาก ทั้งนี้เพื่อจะใช้พัฒนาทักษะในการคิด ในการเปลี่ยนทัศนคติ ด้านการวิจัยระเบียบวิธีให้เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ และมีแนวโน้มให้นักเรียนรู้จักนำตนเองในการเลือกปัญหาการเรียนที่เป็นประโยชน์อย่างมาก

๙. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๔๐ - ๑๙๕๐

ในระยะ ๑๐ ปี จาก ๑๙๔๐ - ๑๙๕๐ ของการสอนวิทยาศาสตร์ได้สะท้อนถึงการศึกษาทั่ว ๆ ไป และการเคลื่อนไหวที่สั่นไปของ ๓๐ ปี และวิกฤตการณ์ทางกำลังคนทางเทคนิคถูกกระตุ้นโดยสงครามโลกครั้งที่ ๒ ผลก็คือต้องนำไปสู่ความสับสนในหน้าที่

ของวิทยาศาสตร์ในการศึกษาทั่วไป และพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่อาจใช้ในขอบเขตที่พิเศษ
ข้อกำหนดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมก่อนนักวิทยาศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ว่าห้ามพลเมือง
ไม่แยกไ้รับคำตอบที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามยังมีความเห็นสอดคล้องกันที่ว่า เด็กในวัยกลาง
ทั้งหมดควรจะมีความรู้วิทยาศาสตร์ เหมือนกับว่าเป็นการบังคับทางสังคม และเพื่อว่าสิ่งนี้
จะถามหาความรู้บางสิ่งของบรรณชาติในกิจการทางวิทยาศาสตร์

การเคลื่อนไหวที่ขึ้นไปเป็นความพยายามที่จะปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์กับ
เนื้อหาให้เหมาะสมกับเด็กหนุ่มสาวที่จะนำเอาไป ใช้ดำเนินชีวิตในสังคมปัจจุบัน โดยจะนำไป
ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่นปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ การค้าซื้อสิ่งของ และการใช้วิธีการ
เครื่องมือที่ใช้คุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องกลับมากลายเป็นข้อ
บังคับได้แก่อเมริกันทั้งองักกับ

การเคลื่อนไหวเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่าง ค.ศ. ๑๙๕๐ - ๑๙๕๐
ไม่มีการเคลื่อนไหวที่เด่นนัก แต่ก็มีหลายฝ่ายให้ความเห็นว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ขณะนี้
ไม่เหมาะสมกับเด็กในโรงเรียนมัธยมเสียแล้ว และเสนอว่าการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี
นั้นคว.จะเริ่มจากระดับอนุบาลถึงระดับมัธยม การเคลื่อนไหวในช่วงนี้มีข้อที่น่าสังเกตอย่าง
หนึ่งก็คือเด็กในอเมริกาลงทะเลเรียนเลือกเรียนวิชาชีววิทยามากยิ่งขึ้น คือในปี ค.ศ. ๑๙๕๐ มีถึง
๒๑.๙% ของนักเรียนทั้งหมด ส่วนความนิยมในการเลือกวิชาชีววิทยาเฉพาะหมวดเช่น
พฤกษศาสตร์ สัตววิทยา และสรีรวิทยาลดน้อยลงมาก ก็รวมกันแล้วเพียง ๑.๒ % เท่านั้น
(Hurd , 1961 . 107)

๔. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๕๐ - ๑๙๖๐

ข้อโต้แย้งทางด้านการศึกษาระหว่างปี ๕๐ ปีที่แล้วมาได้ส่งผลกระทบต่อการ
ปฏิบัติขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวในด้านการเปลี่ยนแปลงความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์อย่างใหญ่ยิ่ง และการเปลี่ยนแปลงในเรื่องที่ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ของคุณภาพทาง
วัฒนธรรมอเมริกัน ความต้องการกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และคนที่ได้รับการฝึกฝน

มาทางเทคนิค ได้เกิดความไม่สมดุลขึ้นในอัตราส่วนของการจัดหากับความต้องการ (Supply-Demand) ของนักวิทยาศาสตร์ จึงเป็นเหตุทำให้ต้องกำหนดเป้าประสงค์ในเรื่องของการศึกษานักวิทยาศาสตร์ใหม่ ให้มุ่งเน้นถึงคุณภาพ ความดีเลิศในหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษา

ในช่วงปี ค.ศ. ๑๙๕๐ - ๑๙๖๐ ได้เริ่มมีการจัดระเบียบใหม่ของหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา โดยมีจุดประสงค์ที่จะเอาความรู้ทางเทคนิคออกไป แต่เพิ่มความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ใหม่มากขึ้น และลดจำนวนแนวความคิดที่มีอยู่ในหลักสูตรให้น้อยลง หลักสูตรชุดแรก ที่เริ่มเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้ก็คือ หลักสูตรฟิสิกส์และเคมี ส่วนหลักสูตรชีววิทยาก็เริ่มมีการเคลื่อนไหวที่จะเปลี่ยนแปลงเช่นกัน คือในปลายปี ค.ศ. ๑๙๕๔ สถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (AIBS) ได้ตั้งคณะกรรมการขึ้นศึกษาหลักสูตรชีววิทยาเรียกว่า BSCS คณะกรรมการชุดนี้เห็นว่าควรตรวจสอบเนื้อหาของหลักสูตรเดิมว่ามีข้อบกพร่องตรงที่ใด และหาทางที่จะปลูกฝังให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยสร้างหัวข้อเรื่องขึ้นมาอธิบายเรื่องของชีววิทยา เช่น วิชานิเวศวิทยา (Ecology) วิชาวิวัฒนาการ (Evolution) หรือการแลกเปลี่ยนพลังงาน (Energy Exchange) สิ่งหนึ่งที่นับว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาก็คือ "The atomic era" และ "The space age " เพราะฉะนั้นได้เพิ่มหัวข้อ "Radiation Biology " และ "Space Biology " ขึ้นในตำราชีววิทยาแล้ว นอกจากนี้หลักสูตรชีววิทยาใหม่นี้ ยังเน้นถึงด้านปฏิบัติการทดลองมากขึ้น เน้นถึงวัสดุที่ช่วยในด้านการสอนชีววิทยา และได้เน้นถึงการฝึกหัดครูว่ามีส่วนจำเป็นที่จะให้การสอนดำเนินไปอย่างสัมฤทธิ์ผล

๔. หลักสูตรและการสอนชีววิทยาระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๗๐

ในระยะ ๑๐ ปี ระหว่าง ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๗๐ เป็นช่วงแห่งการทดลองใช้หลักสูตรชีววิทยานับใหม่ คือระหว่างปี ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๖๑ นักเรียนในโรงเรียนมัธยมจำนวน ๑๔,๐๐๐ คน ใน ๑๑๐ โรงเรียน ได้ทำการทดลองใช้หลักสูตรชีววิทยานับใหม่ ที่ได้รับการพัฒนา

โดยคณะกรรมการการศึกษาหลักสูตรชีววิทยา (BSCS) ซึ่งจะขอกล่าวละเอียดอีกครั้งหนึ่งในหัวข้อกำเนิด BSCS และการพัฒนาทำราซุค BSCS

๑๐. กำเนิดของ AIBS

สถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกา มีชื่อว่า AIBS (The American Institute of Biological Sciences) เป็นองค์การที่จัดขึ้นโดยนักชีววิทยาส่วนใหญ่ในสหรัฐ เช่นเดียวกับสถาบันอื่น ๆ เช่น American Institute of Physics, American Chemical Society, American Mathematical Association. เป็นต้น สหพันธ์ของสมาคมชีววิทยาที่เป็นอิสระทั้งหลายมารวมกันด้วยความสมัครใจ ยิ่งกว่านั้นยังมีการจัดสมาชิกไว้หลายประเภท สมาชิกของสมาคมแบ่งออกเป็น ๒ แบบ คือสมาชิกที่มาจากสมาคมชีววิทยา ๒๗ สมาคม และสมาชิกที่มาจากสมาคมที่เกี่ยวข้อง ๒๓ สมาคม สมาชิกของสมาคมชีววิทยามีผู้แทนหนึ่งคนเข้าร่วมอยู่ในสภาปกครอง (Governing Board) ของ AIBS ซึ่งเป็นบุคคลที่อยู่ในความควบคุมของสถาบัน ส่วนสมาคมที่เกี่ยวข้องมีสิทธิส่งผู้สังเกตการณ์เข้าไปร่วมในกิจกรรมของสภาปกครอง แต่ไม่มีสิทธิออกเสียงในการประชุม AIBS มีสมาชิกที่เป็นนักชีววิทยาประมาณ ๓๓,๐๐๐ คน และสมาชิกจากสมาคมที่เกี่ยวข้องอีกประมาณ ๔๕,๐๐๐ คน องค์การของสถาบันนี้สะท้อนให้เห็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ อันกว้างขวางทางชีววิทยา และขอบข่ายของสมาชิกทั้งหมดมาจากวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ (Medical Science) ตลอดจนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพืชและสัตว์ (Fundamental Plant and Animal Science) จนกระทั่งถึงวิทยาศาสตร์ทางคานเกษตร (Agricultural Science) โครงสร้างของสหพันธ์ได้สร้างขึ้นตามหลักของ AIBS เชื่อนั่นได้ว่าเนื้อหาของวิชาชีววิทยาทั้งหลายนั้นมีความสัมพันธ์กันในความมุ่งหมายของสถาบัน (OECD, 1962 . 158 - 160)

สถาบันมีประธาน (President) รองประธาน (Vice President) และเลขานุการ เหง้า (Secretary - Treasurer) ซึ่งได้รับเลือกจากสภาปกครอง นอกจากนี้ยังมีผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร (Executive Director) และคณะกรรมการบริหาร (Executive Committee) สำนักงานใหญ่ของสถาบันตั้งอยู่ที่กรุงวอชิงตัน ดี.ซี. นอกจากนี้ยังมีสำนักงานของ AIBS หน่วยอื่น ๆ อีกที่ Baltimore, Maryland ; New York City , Boulder, Colorado, Texas and Kansas City , Missouri ก่อการรับ และการบริหารที่ AIBS จัดขึ้น มีหลายอย่างดังนี้

๑. จัดพิมพ์หนังสือหรือวารสารต่าง ๆ เช่นจัดพิมพ์คำแถลงการ (Bulletin) ซึ่งออกปีละ ๕ ครั้ง และมีการหมุนเวียนกันในระยะสมาชิก ๓๓.๐๐๐ คน นอกจากนี้ยังออกหนังสือ The Quarterly Review of Biology ซึ่งจัดพิมพ์ขึ้นที่สำนักงานของ AIBS เมือง Baltimore เริ่มออกตั้งแต่ปี ๑๙๔๖ ซึ่งปัจจุบันมีถึง ๗ ฉบับ ได้คัดเลือกแปลลงในวารสารทางชีววิทยาของรัสเซีย และมีบ่อยครั้งเหมือนกันที่ทางสถาบันได้ชักชวนความคิดเห็นบุคคลต่าง ๆ เกี่ยวกับการประชุมซึ่งถือว่าเป็นการเพิ่มพูน Style Manual for Biological Journals ซึ่งพิมพ์ขึ้นสำหรับการประชุมของ Biological Editors

๒. จัดบริการให้กับสมาคมทางชีววิทยา AIBS ได้จัดดำเนินการแก่สมาคมต่าง ๆ เช่นเกี่ยวกับการจัดการธุรกิจ การเก็บรักษานับดูรายชื่อของสมาชิก การตอบรับสมาชิกของสมาคม จัดเรื่องราวของหนังสือพิมพ์ของสมาคม "จะเป็นตัวแทนของสมาคมในการติดต่อระหว่างสมาคมชีววิทยาค้นกัน และสมาคมอื่น ๆ

๓. จัดการประชุมประจำปี รวบรวมความคิดเห็นและพบปะสังสรรค์ AIBS ได้จัดให้มีการประชุมประจำปีในบรรดาสมาชิกของ ๒๗ สมาคมทางชีววิทยาซึ่งเป็นเจ้าของมา การประชุมเหล่านี้มักจะจัดขึ้นตามบริเวณมหาวิทยาลัย เพราะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าไปจัดประชุม

ตามโฮเต็ลตามเมืองต่าง ๆ และเปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้าร่วมประชุมประจำปี เราทั้งสอง
เขาค่าย การวัดก็ให้มีการประชุมปรึกษาหารือเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเห็นเล่ห์เหลี่ยม
ภายใต้การสนับสนุนของ AIBS และ AIBS เป็นผู้จัดการส่งคำแทนให้เข้ารับสมาคมวง
กลุ่มของนักชีววิทยา ส่วนการประชุมพิเศษของสถาบันจะจัดขึ้นโดยตรงจากสำนักงาน
ของ AIBS ที่นิวยอร์ก

๔. จัดให้มีการติดต่อเพื่อการแลกเปลี่ยนเอกสารและข่าวสาร AIBS เป็นผู้
คิดหาทางที่จะทำการรวบรวมปัญหาทางชีววิทยาออกมาเผยแพร่ สถาบันได้ก่อตั้ง Biological
Sciences Communication Project ขึ้นเพื่อทำหน้าที่รวบรวมปัญหาต่าง ๆ ในการเผยแพร่
ทางชีววิทยา รวบรวมเอกสารทางชีววิทยาทำการค้นคว้าวิจัยและเก็บรักษาเอกสารต่าง ๆ
ที่งานใดให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยสถาบันนี้ได้รับเงินทุนจาก National Science Foundation
และได้จัดตั้ง Biological Science Foundation ขึ้น เพื่อทำหน้าที่รวบรวม
เรื่องราวหรือเอกสารทางชีววิทยาให้ได้มากที่สุด และนำมาเก็บรวบรวมไว้ที่หอสมุดแห่งชาติ
ในกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. เพื่อให้ นักชีววิทยาทั้งหลายได้ศึกษาค้นคว้า และหาทางกระจาย
เอกสารเหล่านี้ออกไปให้แพร่หลายทั้งในและนอกประเทศ

๕. จัดให้มีการแนะนำในกานกิจกรรม คณะบริหาร AIBS และคณะกรรมการ
แนะนำของนักชีววิทยาได้จัดส่งที่ปรึกษาของสถาบันไปประจำยังสำนักงานต่าง ๆ เพื่อหา
หน้าที่เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องที่วิจัยนั้น และยังทำหน้าที่
พิจารณาเรื่องที่วิจัยนั้นว่า ควรจะดำเนินการต่อไปหรือจะให้เป็นที่ไปตามความประสงค์ที่ตั้งไว้
สถาบันวิจัยเหล่านี้ได้แก่ Office of Naval Research, Atomic Energy Commission
และ National Aeronautics and Space Administration

๖. จัดให้มีการร่วมมือกันในกลุ่มกิจกรรมระหว่างชาติ โดยขั้นมูลฐานแล้ว
เป็นองค์การตัวแทนนักชีววิทยาของสหรัฐ แต่กระนั้นองค์การนี้ก็ได้รับความร่วมมือจากทาง
วิทยาศาสตร์ของประเทศต่าง ๆ ในความเป็นจริงแล้ว สมาชิกประมาณ ๔๕,๐๐๐ คน ของ

AIBS เป็นสมาชิกจากทางชาติเสีย ๓๕๐๐ คน ปัจจุบันนี้กำลังจัดตั้งคณะกรรมการระหว่างชาติ (Bi-national committees) อย่างไม่เป็นทางการขึ้นแล้ว เพื่อจะดำเนินงานให้เสร็จตามต้องการ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีสหภาพนานาชาติและองค์การที่มีอยู่จริงใดที่ครอบคลุมไม่ถึง

๙. ทำการติดต่อกับองค์การทางวิทยาศาสตร์ AIBS ได้ดำเนินงานต่อไปและติดต่อย่างใกล้ชิดกับ United States Federal Scientific Fund - granting Agencies โดยไม่มีผลประโยชน์เป็นการส่วนตัว และติดต่อกับองค์การตัวแทนนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อีกในสหรัฐ และนานาชาติ

๑๐. โครงการทางการศึกษา AIBS ได้ทำการปรับปรุงเนื้อหาวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาของประเทศสหรัฐทั่วเรื่องใหญ่ ๆ ๒ ประการคือ จัดทำชุดภาพยนตร์เกี่ยวกับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา และจัดตั้งคณะกรรมการศึกษาหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study) โดยได้รับการสนับสนุนทางการเงินจาก National Science Foundation และตัวแทนของกองทุนต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้จัดโครงการปรากฏาไวต์หลายแบบ ซึ่งเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี ๑๙๕๔ ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

๑.) โครงการปรากฏาสำหรับวิทยาลัยเล็ก ๆ โดยজনিকชีววิทยาที่ก้าวหน้าสามารถในการพูดไปบรรยายตามวิทยาลัยเล็ก ๆ ทั่วประเทศสหรัฐ โดยได้รับทุนอุดหนุนจาก National Science Foundation.

๒.) โครงการปรากฏาสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศ

๓.) โครงการปรากฏาเกี่ยวกับ Medical Education สำหรับ Nation Defence โดยได้รับการอุปถัมภ์จาก Atomic Energy Commission ให้จัดนักชีววิทยาไปพูดที่วิทยาคณะเสนาธิการของสหรัฐ

๔.) โครงการปรากฏาจัดให้แก่นักวิทยาศาสตร์ชาวต่างประเทศ ซึ่งได้รับอุปถัมภ์จาก National Science Foundation โดยสถาบันไควคี่ ให้นักวิจัยทางชีววิทยาชาวต่างประเทศซึ่งมีจำนวนจำกัดไปบรรยายสาขาวิชาของตนโดยเฉพาะที่ศูนย์วิจัยอันเหมาะสมในประเทศสหรัฐ

นอกจากนั้น AIBS กำลังพัฒนาการ เกี่ยวกับข่าวสารทางการพัฒนาวิทยาศาสตร์
บริการสำหรับแพร่กระจายข่าวสารทางอาชีพและจัดหน่วยบริการสำหรับเผยแพร่ความรู้
เกี่ยวกับแบบแผนสลับเฉพาะของวิชาชีววิทยา

๔. การจัดทำภาพยนตร์ทางชีววิทยาระดับโรงเรียนมัธยม AIBS ได้แต่งตั้ง
คณะกรรมการที่ชุดหนึ่ง คือคณะกรรมการการศึกษา คณะกรรมการชุดนี้ได้ดำเนินงานมา
ตั้งแต่ปี ๑๙๕๔ ได้จัดทำโครงการอันสำคัญที่จะปรับปรุงเนื้อหาวิชาชีววิทยาของโรงเรียน
มัธยมศึกษาเน้นเกี่ยวกับโปรแกรมหลักสูตร โครงการอันสำคัญ ๒ ประการ คือ จัดทำชุด
ภาพยนตร์ทางชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา และการจัดตั้งคณะกรรมการศึกษาหลักสูตรชีววิทยา
(BSCS) .

โครงการจัดทำภาพยนตร์นี้ได้เริ่มมาตั้งแต่ปี ๑๙๕๒ ขณะนี้ (๑๙๖๒) ได้จัดทำเรื่อง
บริบูรณ์แล้วโดยได้จัดตั้งคณะกรรมการดำเนินการขึ้นประกอบด้วยตัวแทนของนักชีววิทยา ๓๐
คน และครูชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งเป็นสมาชิกของคณะกรรมการกำเนิ
การ และได้ตกลงกันว่าภาพยนตร์ชุดนี้ควรจะมีเนื้อหาสำคัญ ๑๐ ประการ ดังต่อไปนี้

- ๑) Cell Biology
- ๒) Microbiology
- ๓) Multicellular Plants
- ๔) The Multicellular animals.
- ๕) Reproduction , Growth and Development
- ๖) Genetics
- ๗) The Diversity of Plants
- ๘) Animal Diversity
- ๙) Ecology
- ๑๐) Life , Time and Change

แต่ละหน่วยหรือเนื้อหาที่จัดทำขึ้นมาโดยการร่วมมือของครูผู้ซึ่งรับผิดชอบการ

ที่จะปรับปรุงวัสดุในการคอนของแผ่นนั้น ๆ ให้ประสมปรึกนากันอย่างรอบคอบและในที่ๆ
ก็ปรากฏเป็นภาพบนต้อออกมา

แต่ละหน่วยได้จัดทำภาพบนต้อขึ้น ๑๒ ม้วน ซึ่งใช้ภาพบนต้อขนาด ๑๖ ซม. และ
ม้วนมีความยาวประมาณ ๓๐ นาที เป็นภาพยนตร์เสียงมีทั้งคำและภาพ ทั้งนั้นรวมทั้งชุดที่
๑๒๐ ม้วน ภาพยนตร์ชุดนี้เป็นเรื่องราวของชีววิทยาสปีชีส์ใหม่ที่เกิดขึ้นในระหว่างปี ๑๐

(10th Grade) แต่อย่างไรก็ตามก็มีประโยชน์มากขึ้นอีกแก่ครูในระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายที่จะเลือกเอาหน่วยใดหน่วยหนึ่งมากกว่าเป็นส่วนในการประกอบการสอน

มีหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน ๗ เรื่อง ซึ่งจัดรวบรวมไว้ในชุดภาพยนตร์นั้น ดังนี้

- ๑) Organism - matter - energy relationships
- ๒) The continuity of organism through time.
- ๓) Organism - environment relationships.
- ๔) Structural and functional relationships.
- ๕) Conservation , and man 's role in nature.
- ๖) The open - end aspects of the scientific process
- ๗) Behaviour and its adaptive significance

ชุดภาพยนตร์ของ AIBS หากภาพแต่ละชุดยาวเกินไปก็อาจแบ่งออกเป็น
เป็นภาพยนตร์ที่จัดทำขึ้นเพียงคนเดียว แต่ภาพยนตร์ชุดนี้เป็นงานของนักชีววิทยา
เป็นจำนวนน้อย ๆ คนนี้ทั้งระดับมหาวิทยาลัยและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพยนตร์
นั้นปรากฏว่ามีนักชีววิทยาในตำแหน่งต่าง ๆ เชิดนามบรรยายถึง ๕ คน Script (ฉบับเขียน)
สำหรับภาพยนตร์นั้นได้รับการตรวจอีกครั้งหนึ่งจากคณะกรรมการแนะนำ (Advisory
panels ในการที่จะผลิตต่อไป หิลล์ที่สมบูรณ์แล้วจะถูกรวบรวมโดยคณะกรรมการ
เพิ่มเติม (Additional panels) ของมหาวิทยาลัย และนักชีววิทยาในระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลาย การจัดวางหิลล์ของ AIBS ได้รับคำแนะนำจากผู้นี้ประจำการ
พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดหิลล์สำหรับหิลล์ชีววิทยาของระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ถึง ๔๐
ท่าน

สิ่งเพิ่มเติมสำหรับภาคนั้นก็คือ ให้ออกให้ Teachers Manuals ที่จะนำไปสู่ความ
รู้ในสิ่ง เช่นเดียวกับ Students Guides การเพิ่มเติมวัสดุทางตำราอันเป็นมาตรฐานที่
สมบูรณ์ถึง ๖๐% เหล่านี้สามารถหาได้ในสหรัฐ

๑๑. กำเนิดของ BSCS

ในปี ค.ศ. ๑๙๔๘ คณะกรรมการการศึกษาของสมาคมวิทยาศาสตร์ แห่งชีวภาพ ของ
สหรัฐอเมริกา (AIBS) ซึ่งประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นนักชีววิทยามากกว่า ๔๕,๐๐๐ คน ได้จัด
ตั้ง BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) ขึ้น หน้าที่ของ BSCS
คือ "พยายามหาทางที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนชีววิทยาในทุกระดับ" (Mayor, 1970 : 1)
ในขั้นต้น BSCS ได้รับทุนดำเนินงานสนับสนุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติมากที่สุด และเงินทุนอื่น ๆ
อีก เช่น จากมูลนิธิฟอร์ด, USOE มูลนิธิร็อกเกิ้ลเฟลเลอร์ และมูลนิธิเอเชียนาเอชงาช่วยเพื่อ
กิจกรรมของ BSCS ในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ได้ขอมิให้มหาวิทยาลัยโคโลราโดเป็นเจ้าภาพรับผิดชอบเกี่ยวกับ
การเงินของ BSCS และในปี ค.ศ. ๑๙๖๗ มหาวิทยาลัยบริกซำนำด้ทั้งการบริหารตัว ๆ ไป และ
รับผิดชอบเกี่ยวกับการเงินของ BSCS โดยตั้งศูนย์กลางการศึกษาหลักสูตรชีววิทยาระดับมหาวิทยาลัย
โคโลราโด

นโยบายทั่วไปสำหรับ BSCS คือการตั้งคณะกรรมการดำเนินการ (Steering
Committee) ขึ้น คณะกรรมการชุดนี้ประกอบด้วยนักชีววิทยาโดยอาชีพและนักการ
ศึกษาในระดับวิทยาลัย และระดับมัธยมศึกษา ประชาชนในที่ประชุมของคณะกรรมการบริหารและ
กรรมการดำเนินงานคือ ดร.อาร์โนลด์ บี.โกรบแมน (Dr Arnold B Grobman) ซึ่งเป็น
คณบดีของวิทยาลัยบริกเกอร์ หัวหน้าหน่วยงานของ BSCS คือ ดร.วิลเลียม วี.เบเยอร์
(Dr William V. Mayer) แห่งมหาวิทยาลัยโคโลราโด เมือง โบลเดอร์

BSCS ได้เร่งค้นคว้าวัสดุของหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบ
ขนานกัน ๓ ชุด ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพว่าด้วยโมเลกุล ร่างกายมนุษย์ (ชุดสีน้ำเงิน)
วิทยาศาสตร์ชีวภาพว่าด้วยชีววิทยาโมเลกุล ร่างกายสัตว์และสิ่งแวดล้อม (ชุดสีเขียว) และ
วิทยาศาสตร์ชีวภาพว่าด้วยการสืบพันธุ์และการพัฒนาตัวอ่อน (ชุดสีเหลือง) ทั้ง ๓ ชุดนี้ได้ออก
ตระเตรียมขึ้นโดยการทำงานของคณะผู้เขียน จากการประชุมปรึกษาหารือเกี่ยวกับการ

เขียนในภาคฤดูร้อน (Summer Writing Conferences) ระหว่าง ๓ ปี ที่ผ่านไป
คือในปี ค.ศ. ๑๙๖๐, ๑๙๖๑ และ ๑๙๖๒ ทุกๆคนของ BSCS ประกอบด้วยการอ่าน วิเคราะห์
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และอภิปรายในปีที่ ๓ หลังจากการทำงานใน ๒ ภาคฤดูร้อน
ผ่านไป วิดีทัศน์ต่างๆ ของ BSCS ได้ถูกนำมาทดลองกันอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว
อีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะนำเอาสิ่งที่ได้มาซึ่งเขียนคำอธิบายได้เป็นอย่างดีและรวดเร็ว คณะของ
ประกอบด้วย นักชีววิทยาทางด้านการวิจัยการศึกษา และครูชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาปลาย

เพื่อเป็นการเพิ่มเติมการวิจัยระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้ง ๓ บุคคลใน
ปัจจุบัน FSCS ได้ผลิตสิ่งเหล่านี้ขึ้นเช่น (๑) ผลิตภัณฑ์ชีววิทยาที่เรียกว่าแบบแผน
กระบวนการอันเฉพาะสำหรับเด็กในชั้น ๑๐ ที่เรียนซ้ำ (๒) ผลิตภัณฑ์ชีววิทยาที่เรียกว่า
ทำปฏิกิริยาต่อกันของการทดลอง และความคิดซึ่งเป็นหลักสูตรที่ ๒ ที่ใช้กับหลักสูตรเดิม
(๓) จัดทำชุดปฏิบัติการทดลองสำหรับ ๖ ศัพท์เกี่ยวกับชีววิทยาโดยเฉพาะ
(๔) วัตถุประสงค์การต่อเนื่องของทั้งสามที่เกี่ยวกับการออกแบบความหวังออกเป็นหัวข้อเรื่อง
เกี่ยว ๆ (๕) จัดทำหนังสือชุด ๔ เล่ม ของการวิจัยชีววิทยาสำหรับเด็กที่เก่งกว่า
ระดับมัธยมศึกษา และ (๖) จัดทำอนุกรมของแนวขยายที่เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องทางชีววิทยา

สำหรับครู FSCS ได้พัฒนาชุดชีววิทยาแตกต่างกัน เช่น (๑) จัดทำอนุกรม
ของจดหมาย (Bulletins) เพื่อแสดงการเกี่ยวกับการศึกษาทางชีววิทยา (๒) จัดทำ
หนังสือขึ้นเป็นแบบเกี่ยวกับความเกี่ยวข้องกันของโครงการ FSCS เมื่อจัดทำ BSCS
newsletter ซึ่งเป็นเอกสารแสดงข่าวส่งไปยังผู้สนใจเกี่ยวกับ วิดีทัศน์ของ BSCS ที่ขอ
ร้องมาโดยไม่คิดมูลค่า (๓) จัดทำข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สำหรับทุกชุดของ FSCS (๔) จัด
ทำหนังสือชีววิทยาที่เกี่ยวกับการทำปฏิกิริยาต่อกันของการทดลองและความคิด และจัดทำหนังสือ
ชีววิทยาที่เรียกว่าแบบแผนกระบวนการ เหมือนกับกระบวนการของข้อทดสอบทางวิทยาศาสตร์
(Post) ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อทดสอบย่อยและข้อทดสอบปลายปี สำหรับทุกชุดของชีววิทยา
ในชั้นที่ ๑๐ วิดีทัศน์ของ FSCS ตั้งขึ้นในโครงการที่ยกย่องไว้ ให้ครูสามารถเลือกเอาไปใช้
ตามความเหมาะสมและความสนใจตามจุดหมายของคนที่ตั้งใจไว้ วิดีทัศน์ ๆ จะนำมาขึ้นได้

เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ โดยจะนำลงไว้ใน BSCS Newsletter

ประวัติและวัตถุประสงค์ของ BSCS

ในปี ค.ศ. ๑๙๕๕ สถาบันวิทยาลัยอเมริกา แห่งสหรัฐอเมริกา (AIBS) กับ
แหล่งช่วยเหลือด้านการเงินของมูลนิธิการศึกษาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ได้ตั้งคณะกรรมการศึกษา
หลักสูตรชีววิทยา (BSCS) ขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งความหวังทางการศึกษา
ชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมของสหรัฐอเมริกาอย่างเร่งรัด แอนดริว (Andrews, 1964 : 2)
กล่าวว่าหน้าที่ของ BSCS นั้นตรงกับวัตถุประสงค์ดั้งเดิมของมูลนิธิการศึกษาวิทยาศาสตร์
แห่งชาติ คือ " เพื่อต้องการที่รวบรวมนักเรียนของหลักสูตรชีววิทยาให้ไว้ ณ ปัจจุบัน และเมื่อ
ประสงค์จะสำรวจหาวิชาชีววิทยานั้นควรจะเริ่มต้นที่ไหนแก่เด็กในอายุระดับใด ชั้นใด และ
ควรจะสอนอย่างไร จึงจะได้ผลดีที่สุด "

ในระหว่างฤดูร้อนปี ค.ศ. ๑๙๖๐ คณะผู้เขียนของ BSCS ประกอบด้วยนักชีววิทยา
ทางด้านการวิจัย ครูสอนชีววิทยาในโรงเรียนมัธยม และนักการศึกษาอื่น ๆ ได้มาประชุมกัน
เพื่อเขียนตำราขึ้น ๓ ชุด รวมทั้งคู่มือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนและคู่มือครู แอนดริว
(Andrews, 1964 : 3) กล่าวว่า ผู้เขียน BSCS มีความรู้สึกว่าการชีววิทยาในโรงเรียน
มัธยมนั้นควรจะ (๑) แสวงถึงความรู้และความภาคภูมิใจใหม่ ๆ (๒) เป็นส่วนรวมของการ
สอบสวนหาความจริงทางธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ (๓) แนะนำนักเรียนวิชาการ
เกี่ยวกับวิชาชีววิทยาในสมัยเดียวกัน

กลินค์แมน (Klinckmann, 1969 : 30) ได้ให้ความกระจ่างเกี่ยวกับจุด
ประสงค์พื้นฐานของ BSCS ก็เพื่อพัฒนาวัตถุประสงค์ของ BSCS ให้เหมาะสมกับระดับเจตคติของนักเรียน
ในชั้นมัธยม ซึ่งจะนำเอาแผนภาพที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์ชีววิทยาแผนใหม่ไปใช้ " ระดับเจตคติ
ของนักเรียนชั้นมัธยม " ตามที่กลินค์แมนได้กล่าวถึง คือกลุ่มเด็กมากกว่า ๕๐ เปอร์เซ็นต์ ของ
เด็กในชั้นที่ ๑๐ " แผนภาพที่ถูกต้องของวิทยาศาสตร์ชีววิทยาแผนใหม่ " แผนตัวนี้กับองค์ประกอบ
๓ ประการของชีววิทยามันใหม่ องค์ประกอบ ๓ อย่างมีระดับแตกต่างกัน จากปรากฏ
การณ์เกี่ยวกับชีววิทยาซึ่งได้ถูกรวบรวมขึ้น และถูกนำมาใช้ในการศึกษาแนวความคิดและ

แบบแผนของความคิดที่ไ้รวบรวมขึ้นเป็นความรู้ทางชีววิทยา จะกระบวนการ เกี่ยวกับการ
 เอบอานหาความวิริทางชีววิทยาได้เกี่ยวพันกัน BSCS จึงพยายามที่จะผลิตวัสดุของ
 BSCS ขึ้น เพื่อใ้เด็กได้นาเอาแผนภาพที่ถูกต้องของชีววิทยาแผนนี้ ไปใช้ ดังนั้นวัสดุของ
 BSCS จึงปรากฏขึ้นในหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ๓-๔-๕-๖-๗-๘-๙
 สี่ เขียว และ น้ำเงิน

ชุดต่าง ๆ ของ BSCS : ชุดสี่เหลี่ยม ชุดสี่เขียว และชุดสีน้ำเงิน

ชาวบ (Schwab , 1963 31) มีความเห็นว่าตำรา ๓ ชุด
 ที่ BSCS ผลิตขึ้นนั้นมีความประสงค์จะให้เป็นตำรา ครอบคลุม กั้นทั้ง ๓ ชุด จึงต้อง
 มี ๙ หัวข้อเรื่อง เป็นหลักสำหรับทำให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ทั้ง ๙ หัวข้อนำ
 มาเป็นหลักนั้นได้ถูกคัดเลือกโดยขึ้นกับการตัดสินใจ ๒ ประการ (๑) ต้องเป็นเนื้อหาและ
 โครงสร้างของชีววิทยาสสมัยใหม่ (๒) ต้องขึ้นกับความต้องการและปัญหาของนักเรียน
 หัวข้อเรื่องทั้ง ๙ มีดังนี้.

- ๑.) Change of living things through time evolution.
- ๒.) Diversity of type and unity of pattern in living things
- ๓.) The Genetic continuity of life
- ๔.) The complementarity of organism and environment.
- ๕.) The biological roots of behavior.
- ๖.) The complementarity of structure and function.
- ๗.) Regulation and homeostasis : preservation of life in the
face of change
- ๘.) Science as Inquiry.
- ๙.) The history of biological conceptions

หัวข้อที่ ๑ - ๕ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของตำรา หัวข้อที่ ๔ - ๕ เกี่ยวข้องกับ
 โครงสร้างทางชีววิทยาของตำรา หัวข้อที่ ๖ - ๙ อยู่ระหว่างกลางที่เกี่ยวข้องทั้งเนื้อหา

และโครงสร้าง

ยิ่งกว่านั้นทั้ง ๓ ชุด ของ BSCS ยังวางรากฐานไว้บนโครงสร้างอันเดียวกันหรืออาจจะกึกกัมลั เหมือนกับเป็นโครงสร้างแบบ ๓ มิติ PSCS Newsletter No 17 (7 7) ได้ให้ความกระจ่างของโครงสร้างอันนี้ว่าเป็นระบอบของการจัดระเบียบองค์การทางชีววิทยา

อย่างไรก็ตาม BSCS ได้ตระหนักดีว่า มันไม่ได้มีเพียงทางเดียวเท่านั้นที่จะเข้าใจความรู้ทางชีววิทยา ชีววิทยา ในปัจจุบันยังยอมรับสภาพการแตกต่าง ๆ เหมือนกันว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกัน นักชีววิทยายางคนคิดว่า ชีววิทยาว่าด้วยโมเลกุล เป็นหลักฐานของชีววิทยา แก่คนอื่น ๆ อาจคิดว่าหลักฐานของชีววิทยา จะตั้งอยู่บนชีวเคมี หรือนิเวศวิทยา พืช พฤติกรรม. คลินค์แมน (Klinckman , 1969 302 - 303) จึงให้เห็นว่า " การศึกษาวิชาชีววิทยานั้นไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว เหมือนกับวิชาฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ ความรู้ทั้งหมดตกภายในเนื้อหาชีววิทยาไปสามารถรวบรวมไว้ให้เป็นระเบียบแบบแผนอันเดียวกันหรือเป็นระบบที่ติดต่อกันอย่างใด สิ่งจะทำให้เกิดความพอใจของนักชีววิทยาทั้งหมดได้ "

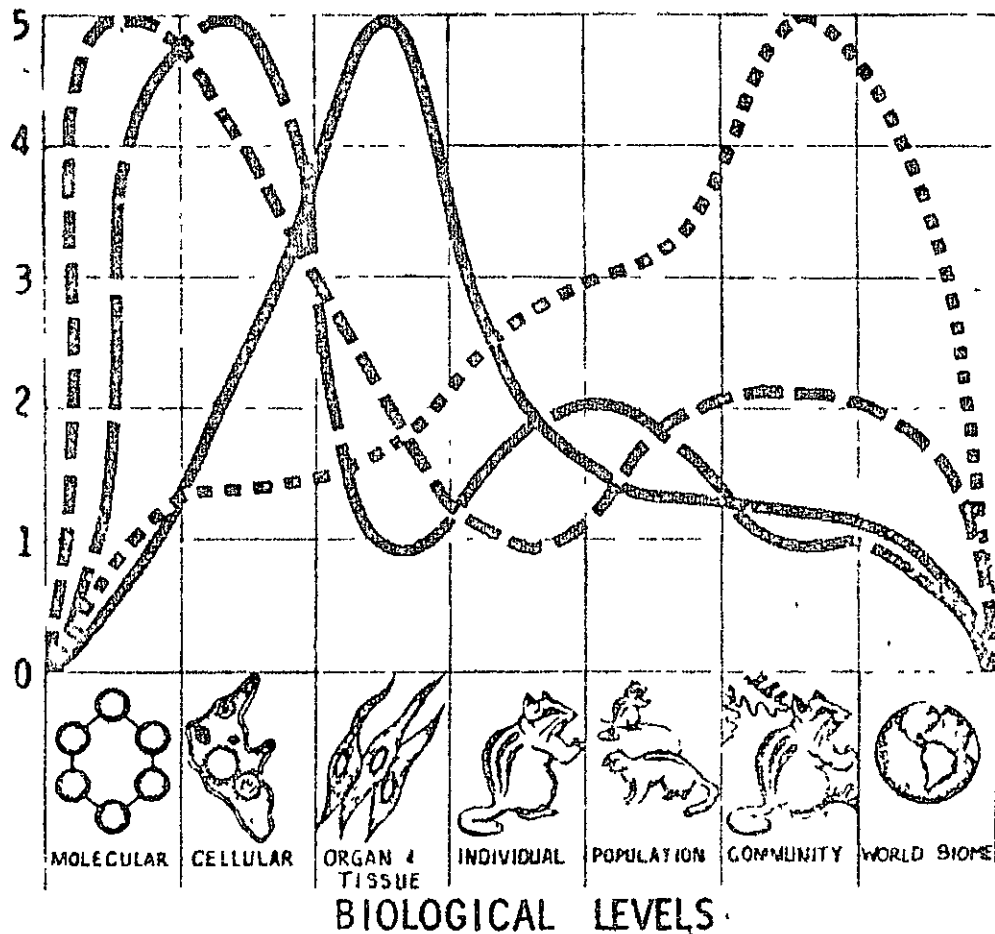
สรุปความได้ว่าคำราทั้ง ๓ ชุดนี้ ผลักดันโดยเหตุผลที่ว่า " มีหลายทางที่จะเข้าใจถึงเรื่องราวของชีววิทยา ไม่มีทางหนึ่งทางใดที่ดีที่สุดเพียงทางเดียว และไม่มีพื้นฐานยืนยันว่าทางใดให้ผลดีที่สุด " จากเหตุผลอันนี้ จึงผลิตคำรารออกเป็น ๓ แนว เพื่อให้สามารถเข้าใจวิชาชีววิทยาในแนวที่ต่างกัน. แต่เพื่อเรื่องที่ปรากฏในคำรารทั้ง ๓ ชุดเท่ากัน อยู่ในขอบเขตและหลักสูตรเดียวกัน กล่าวคือ ชุดสีเขียว เริ่มต้นด้วยการเน้นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชุดสีเหลือง เริ่มต้นด้วยการเน้นถึงหน่วยสำคัญของสิ่งที่มีชีวิต คือ เซลล์ และชุดสีน้ำเงิน เริ่มต้นด้วยการเน้นหนักทางด้านชีวเคมีของสิ่งที่มีชีวิต

คำรารทั้ง ๓ ชุด แตกต่างจากคำรารชีววิทยาแบบเดิมตรงที่แบบเดิมเน้นหนักเรื่องเนื้อเยื่อและอวัยวะ ความแตกต่างในการเน้นของแต่ละชุดของ BSCS กับ หลักสูตรชีววิทยา แบบเดิมซึ่งแสดงไว้ในแผนภูมิที่แนบมา

RELATIVE EMPHASIS

Level of Emphasis
in BSCS Biology and
Conventional Texts

 BSCS Blue Version
 BSCS Yellow Version
 BSCS Green Version
 Conventional Texts



Source: *Journal of Biological Education*, 1966, 10, 1. Conference on Biology Education, Colorado

ถึงแม้ว่าแต่ละชุดจะเน้นตรงใจก็ตาม แต่ทุกชุดจะเน้นถึงการทำงานเกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และจะแนะนำให้นักเรียนได้มีโอกาสคุ้นเคยกับวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะในการกระทำเช่นนั้น จะเป็นการส่งเสริมนักเรียนเกี่ยวกับการสังเกตส่งเสริมให้ตั้งข้อสมมุติฐาน ส่งเสริมให้ทำการทดลอง ส่งเสริมให้รู้จักรวบรวมข้อมูล ส่งเสริมให้วิเคราะห์ข้อมูล และหาทางถึงเอาข้อสรุปจากข้อมูลนั้น ๆ ออกมาให้ได้ วิวัฒนาการเข้าสู่ชีวิตวิทยาในแนวที่ต่างกันนี้ จะทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อเท็จจริงที่ยังปกปิดอยู่ได้ และเพื่อพัฒนานัยทั่ว ๆ ไปซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้และแนวความคิดที่เป็นอิสระ

การพัฒนาคำราชด BSCS ----

ลักษณะที่แสดงให้เห็นว่า วัสดุทางชีววิทยาของ BSCS ได้พัฒนาไปก็คือ วัสดุเหล่านั้นได้ถูกทดสอบ ถูกเปลี่ยนแปลงแก้ไข และถูกนำมาทดสอบอีกอย่างกว้างขวางกับนักเรียนและครู ซึ่งไม่อาจจะนำเอาไปเปรียบเทียบกับประวัติการศึกษาของสหรัฐในยุคนั้นได้ ดังที่เฮอด (Hurd and Palmer , 1964 4) กล่าวว่า " ชุดนี้เขียนคำราชได้เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. ๑๙๖๐ ทุกชุดประกอบด้วยคณะบุคคลที่เป็นนักชีววิทยาที่มาจากวิทยาลัย มหาวิทยาลัย และครูชีววิทยาในระดับมัธยมเป็นจำนวนเท่ากันถึงแม้ว่าแต่ละชุดของผู้เขียนจะวางแนวทางของการนำเอาหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในแนวที่ต่างกันก็ตาม แต่ทุกชุดยังคงยึดมั่นอยู่กับความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน วัสดุที่ใช้ในการทดลองได้ทดสอบโดยครู ๑๔๘ คน ซึ่งแบ่งแยกสายงานทดลองต่อนักเรียน ๑๔,๐๐๐ คน ในศูนย์การทดลอง ๑๔ แห่ง ทั่วประเทศ ในปี ค.ศ. ๑๙๖๐ - ๑๙๖๑ โดยชักชวนตามโรงเรียนที่อยู่ในชนบทในเขตชานกรุง และในเขตศูนย์กลางของเมือง รวมทั้งโรงเรียนในเครือโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเมืองใหญ่ การประชุมประจำปีสภาครุกิจปรายเกี่ยวกับผลงานประจำปีสภาครุกิจของนักเรียน และเตรียมจัดทำรายงานประจำปีกลุ่มเสนอข้อ BSCS ครูได้แบ่งสายงานกันเพื่อเขียนรายงานเกี่ยวกับคำราชเรียนและบทปฏิบัติการประจำปีสภาครุกิจนักเรียนต้องถูกทดสอบด้วยข้อทดสอบที่สร้างขึ้นมาเป็นพิเศษเพื่อให้เห็นผลสะท้อนตามแนวที่เน้นของ BSCS "

โกรบแมน (Grobman , 19๕3 15) กล่าวว่า " ผลที่ได้จากการทดลองทั้งแปด จะเป็นรากฐานของการประชุมปรึกษากันทางด้านการเขียนครั้งที่ ๒ จะเกิดขึ้นในภาคฤดูร้อนปี ๑๙๖๑ เพื่อหาทางแก้ไขตำราและบทปฏิบัติการเสียใหม่ และวัสดุที่แก้ไขใหม่เหล่านี้ ได้ทำการทดสอบใหม่อีกครั้งหนึ่งโดยครู ๕๔๑ คน กับนักเรียน ๕๒,๐๐๐ คน ใน ๓๕ บลรัฐ และตามหนึ่งในโคลัมเบีย และจากเวอร์มอนต์ ถึง ฮาวาย การรายงานผลของการทดลองชนิดต่าง ๆ ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างเป็นระเบียบอีกครั้งหนึ่ง และจะได้ใช้เป็นรากฐานในการประชุมปรับปรุงแก้ไขวัสดุที่จะจัดขึ้นต่อไปในระหว่างฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงของปี ค.ศ. ๑๙๖๒ และผลการแก้ไขครั้งนี้จะได้พิมพ์ออกเป็นหนังสือขึ้นในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ หลังจากนั้นได้พิมพ์ใหม่อีกในปี ค.ศ. ๑๙๖๔

เนื่องจากการสอนชีววิทยาทามหลักสูตรใหม่ต่างกับการสอนแบบเก่ามาก ครูผู้สอนอาจประสบปัญหาต่าง ๆ ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว BSCS จึงได้จัดให้มีการอบรมครูสอนชีววิทยาจากโรงเรียนที่จะทดลองสอน หัวหน้าศูนย์ทดลองและที่ปรึกษาของศูนย์ทดลองก่อนเริ่มปีการศึกษา เพื่อชี้แจงให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ หลักการต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการที่ครูและบุคคลดังกล่าวจะให้ความร่วมมือกับ BSCS ในการทดลองนี้ว่าควรจะปฏิบัติอย่างไร ระหว่างการทดลอง BSCS มีวิธีการติดตามผลการทดลองสอนชีววิทยาทามหลักสูตรใหม่หลายวิธี เป็นต้นว่า

๑. ขอให้หัวหน้าศูนย์ทดลองแต่ละแห่งจัดให้มีการประชุมครูสอนวิชาชีววิทยาซึ่งได้ตำราของ BSCS เพื่อพิจารณาปัญหาต่าง ๆ ที่ได้เผชิญและปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นสำหรับการสอนในเวลาต่อไป การประชุมนี้จัดขึ้นสัปดาห์ละครั้ง

๒. ครูทุกคนต้องส่งรายงานการสอนตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อหัวหน้าศูนย์ติดต่อกันเป็นประจำทุกสัปดาห์

๓. จัดให้มีบุคลากรไปเยี่ยมโรงเรียนต่าง ๆ เพื่อสำรวจครูใหญ่ หัวหน้าวิชาครู และนักเรียน ว่ามีความรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างไร เกี่ยวกับหลักสูตรและตำราที่จัดทำขึ้น

๔. ร่วมมือกับบริการทดสอบทางการศึกษา เพื่อจัดทำข้อทดสอบมาตรฐานสำหรับ

ทดสอบดูว่า หลักสูตรและตำราที่จัดทำขึ้นนั้น จะใช้ได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่

อย่างไรก็ตามตำราที่ผลิตขึ้นทั้ง ๓ ชุดนี้ ถึงแม้ว่าจะยึดหลักในการเขียนรวมกับ แก่อาจจะมีความสมบูรณ์ไม่เท่ากัน ผู้รู้หลายท่านได้ให้คำวิจารณ์ไว้ดังนี้.

แวน ดีเวนเตอร์ (Van Deventer , 1963 90 - 91) ได้วิจารณ์เกี่ยวกับ ๓ ชุด ของ BSCS ว่า "...มันเป็นการยากที่จะตัดสินใจว่าชุดไหนดีที่สุด ทุกคนถูกรวบรวมขึ้นจากรากฐานของหัวข้อเดียวกัน.....ชุดสีน้ำเงินให้การแสดงที่ดีที่สุดของวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งจริง ๆชุดสีเหลืองมีบางส่วนที่ดีที่สุดเกี่ยวกับชีวิตของจุลินทรีย์....ชุดสีเขียวให้แนวความคิดทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับนิเวศวิทยา "

ชวยเลอร์ (Schuyler, 1967:379) ก็มีความเห็นคล้ายคลึงกันโดยชี้ให้เห็นว่าชุดสีน้ำเงินนั้นเป็นโครงร่างที่ดี และเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนหัดอ่านเขียน ส่วนชุดสีเหลืองแสดงถึงการปฏิบัติอย่างเข้มแข็ง ในทางตรงข้าม เฮอเบล (Asubel , 1966 176) กล่าวว่าชุดสีน้ำเงินและชุดสีเหลืองเป็นโครงร่างที่ไม่ดี

การปฏิบัติการทดลองของ BSCS

ห้องปฏิบัติการทดลอง ของ BSCS ได้พยายามที่จะนำไปให้เกิดความเข้าใจในการ สอดส่องหาความจริงทางวิทยาศาสตร์ และทำการสืบค้นอย่างใกล้ชิดกับทุกคนของ BSCS แอนดริว (Andrews, 1964: 5) กล่าวว่าผู้เขียนบทปฏิบัติการของ BSCS มีความรู้เกี่ยวกับ วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์ก็คือการทำความเข้าใจและให้เกิดความเข้าใจ ขึ้นภายในจิตใจ ต่อวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และจะมีการดำเนินงานต่าง ๆ ซึ่งนัก วิทยาศาสตร์ให้ค้นคว้าหาความรู้ เบนต์ลีย์ แกลส (Bentley Glass) ได้กล่าวถึงทัศนคติของผู้ เขียนเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการทดลองว่า "ห้องทดลองเป็นสถานที่ทำงานทางคำวิทยาศาสตร์ เป็นสถานที่ซึ่งรวมจิตใจของบุคคลผู้ซึ่งทำงานที่มันจึงมีการต่าง ๆ ลงมือจากข้อหนึ่งไปสู่ ข้อต่อไป ... ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ ๆ คนเรียนรู้ได้อย่างฉะฉานมากที่สุด ปัญหา ต่าง ๆ ที่ลงลึกลงนั้นจะหมดลงเสียได้อย่างสมบูรณ์ และปัญหาเหล่านั้นต้องติดตามกันมาเรื่อย ๆ ห้องทดลองเป็นสถานที่เรียนรู้ว่าทำไมวิทยาศาสตร์จึงต้องรอบรู้เกี่ยวกับเรื่องมาตรการนี้

แผนงาน การสังเกตที่แม่นยำและการบันทึก รวมทั้งการขยายความมิให้แจ่มแจ้งตัดต่อกันไป
ท้าย"

เพื่อจะกระทำให้น่าเชื่อถือความมุ่งหมายตามบรรทัดฐานนี้ การขอเป็นห้อง
ปฏิบัติการทดลองจะต้องมีโครงการใหม่และขยายออกไปได้และแนวความคิดเกี่ยวกับปฏิบัติการ
การทดลองจะต้องบังเกิดขึ้น คือ (Lee, 1960 : 4) ได้เสนอว่า งานของห้องปฏิบัติการ
ทดลองมีหน้าที่สำคัญอยู่ ๒ ประการ (๑) ทำการสังเกตและตีความหมายของข้อแสดงจาก
ธรรมชาติ (๒) เรียนรู้ธรรมชาติและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการทดลอง ซึ่งจะทำให้
คำตอบที่แปลกต่าง ๆ ที่ได้นึกคิด

คือ (Lee, 1961 : 409) กล่าวว่าบทบาทของการทดลองเหล่านี้ถูกเขียนขึ้นโดย
นักวิทยาศาสตร์ฝ่ายวิจัย ได้ทดลองวัดผลโดยครูชีววิทยาในโรงเรียนมัธยม จากนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาบางส่วน และนำภาพที่ออกมาถ่ายและเขียนใหม่อีก วิธีดำเนินการอย่าง
ละเอียดเช่นนี้เพื่อศึกษาที่จะกระทำเกี่ยวกับปฏิบัติการได้ถูกต้องที่สุด และให้เนื้อความรู้ชีววิทยา
ทันสมัยและพิจารณาเอาไป ปฏิบัติงานชั้นเรียนต่อไป

แฟรงก์เฟล (Frankel, 1963 : 135) ให้ความเห็นว่า จุดมุ่งหมายในการวัด
บทบาทการให้เด็กก็เพื่อให้เด็กมีความสามารถ ได้ความคิดจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และธรรมชาติของการออกแบบหาความจริงทางวิทยาศาสตร์และการค้นพบ

แวนดี เวนเตอ์ (Van Deventer, 1963 : 85) ได้อธิบายไว้อย่างกว้างขวางถึง
ลักษณะของปฏิบัติการทดลองไว้ ๓ อย่างว่า (๑) จึงได้ประสบการณ์ในห้องทดลอง
(๒) จงวิเคราะห์แบบความคิดอย่างกว้าง ๆ (๓) จัดหัวข้อเรื่องใหม่ที่น่าสนใจ หรือเลือกให้
ความคิดและวัสดุต่าง ๆ ที่ทันสมัย และให้สัมพันธ์อย่างใกล้ชิดต่อการค้นหาการวิจัยโดย
เฉพาะและประยุกต์เอาไปใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของ BSCS

BSCS กับหลักสูตรชีววิทยามุมเดิม

เฮอค์ (Hurd and Palmer, 1964 : 4) ได้ชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรชีววิทยามุม

แบบของ ESCS นั้นมีความแตกต่างกับหลักสูตรชีวิตวิทยาแบบเดิม ๓ ประการ

๑. หลักสูตรชีวิตวิทยาของ PSCS ได้ผลิตขึ้นมาจากผลงานของคณะบุคคลซึ่งประกอบด้วยนักชีวิตวิทยาทางการวิจัย ครูชีวิตวิทยาระดับมัธยม และผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาอื่น ๆ

๒. หลักสูตรชีวิตวิทยาของ PSCS มีร่างขึ้นมาจากฐานจากความคิดที่ทันสมัย และเนื้อหาองค์วิชาชีวิตวิทยา ค่อนข้างจะกว้างกว่า เป็นการแก้ไขแนวความคิดเดิม และแนวทางในการดำเนิน

๓. หลักสูตร PSCS ได้พิจารณาจัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นการปฏิบัติในห้องทดลองมากกว่า การออกแบบเกม ยิ่งไปกว่านั้นได้เน้นถึงเบ็ดเตล็ดในการตัดสินใจจากธรรมชาติ อันจะชักนำนักเรียนให้ศึกษาวิทยาศาสตร์แบบกระบวนการของการสอบสวนหาความจริง มากกว่าการอธิบายแบบฝึกหัดของแบบปฏิบัติ การทดลองของแบบเดิม

ข้อแตกต่างระหว่างหลักสูตรของ PSCS กับหลักสูตรเดิมดังกล่าวมาข้างจริงตรงกับความคิดเดิมของ คลินคแมน (Klinckman, 1962 301 - 302) ว่ามีลักษณะ ๒ ประการ ซึ่งทำให้มองเห็นข้อแตกต่างของชีวิตวิทยาแบบ ESCS กับการสอนชีวิตวิทยาแบบเดิมได้ ประการแรกก็คือโครงการ ESCS พยายามชักนำให้เข้าใจความแข็งแรงของเหตุผลชีวิตวิทยา โดยการเน้นถึงการวิเคราะห์แบบความถี่ต่าง ๆ แบบแผนแนวความคิด ซึ่งสามารถได้แก่การวิเคราะห์เชิงลึกของความจริงทั้งหลาย และหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งได้รับพิจารณาว่าเป็นความรู้ทางชีวิตวิทยาและอีกประการหนึ่ง โครงการ PSCS พยายามชักนำให้เกิดความเข้าใจว่าการสอบสวนหาความจริง เพื่อให้ได้คำตอบจากการสรุปปัญหานั้น

ลิสันบี และ ฟูลเลอร์ตัน (Lisonbee and Fullerton, 1964 597 - 598) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบหาผลที่เกิดขึ้นระหว่างเด็กที่เรียนโดยวิธีหลักสูตร PSCS กับเด็กที่เรียนโดยวิธีหลักสูตรแบบเดิม ปรากฏว่าเด็กที่เรียนหลักสูตรของ PSCS ได้เรียนด้วยข้อสำคัญ ๆ รวมทั้งรายละเอียดของหลักสูตรเกี่ยวกับ จากการศึกษาครั้งนี้ พบผลสำคัญ ๕ ประการ และหลัก ๒ ประการของจำนวนนั้นได้ชี้ให้เห็นว่า ชีวิตวิทยาแบบของ ESCS มีอิทธิพลต่อความรับผิดชอบเด็กมากกว่าหลักสูตรแบบเดิม

ESCS กับโรงเรียน

ลีตันบี (Lisnbee, 1964 334) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้ที่เรียนว่าเป็นปัญหาเอง ถึงกับที่วิจารณ์มากที่สุดเกี่ยวกับโครงการบริการของกบอเมอ์กันทุกวันนี้ ผู้ที่เรียนเข้าประมาณ ๒,๒๐๐,๐๐๐ คน ที่อยู่ในกบอเมอ์มีจำนวนนี้ ๔๐๐,๐๐๐ คน กำลังเรียนที่วิทยาลัยในระดับที่ ๑๐

เพื่อที่จะได้ความสนใจเปลี่ยนของกำลังคนบรรเทาของ โครงการของ ESCS ได้ ได้ความสนใจต่อโรงเรียนเหล่านี้ ESCS ได้จัดทำโครงการให้เงินช่วยเหลือเด็กพวกนี้โดยเริ่มมาตั้งแต่เกิดถึงขนาด ปี ๑๙๖๒ เพื่อที่จะมีส่วนหากำไรจากการวางแผนวางรากฐานในการเตรียมโครงการในการสอนชีวิตวิทยาสำหรับเด็กเหล่านี้

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ESCS ได้สร้างหน่วยในการทดสอบขึ้น ๓ หน่วย วางแผนวางรากฐานการแนะนำของครูมากกว่า ๙๐ คน หน่วยของการทดสอบเหล่านี้ได้ทำการหาเด็กนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าระดับเฉลี่ยของปี ๑๙๖๓ ถึงหนึ่งพันคน

การวิจัยของโกรบินแมน (Grobman, 1965 36) กล่าวว่าถึงหน่วยที่เพิ่มอีกจากเดิมอีก ๓ หน่วย เกี่ยวกับการวัดของวัดศูนย์โรงเรียนที่เกิดขึ้นจากการประชุมภาคฤดูร้อนปี ๑๙๖๔ ปีถึงนี้ (๑) เกี่ยวกับการวัดความสามารถของสิ่งมีชีวิต (๒) เกี่ยวกับการสังเกตการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และ (๓) เกี่ยวกับบุคลิกและสิ่งแวดล้อมโดยรวม ๆ ที่เขา

ทั้ง ๖ หน่วยของวัดศูนย์โรงเรียนเข้าได้ถูกทดสอบโดยครูจำนวน ๓๐๐ คน ทำกับนักเรียนประมาณ ๑๔,๐๐๐ คน ในโรงเรียนต่าง ๆ ทั่วประเทศในปี ๑๙๖๔

ยิ่งกว่านั้น ในปี ๑๙๖๔ วัดศูนย์โรงเรียนเข้าได้ถูกเขียนไว้ใหม่ โดยอาศัยกระบวนการเก็บผลการทดสอบที่ได้แก้ไขไปแล้วเป็นแนว วัดศูนย์เหล่านี้ได้ใช้ไว้ถึงแก่นแก่นโดยเฉพาะกับ "เด็กที่เรียนช้า"

ESCS กับวัดพัฒนาบับสูงขึ้น

ไลต์เนอร์ (Lightner, 1964 338) ได้กล่าวถึงข้อความของโกรบินแมน

เกี่ยวกับ BSCS ว่า " มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะก่อให้เกิดจิตใจให้เด็กอยู่กระวิชาที่เกี่ยวข้อง
ขึ้น บางที่อาจเป็นขั้นที่ ๑๒ ควรจะก่อให้เกิดการเข้าถึงนักเรียนในขั้นที่สูงกว่า เช่น เหมเรียนมัธยม
เข้าเรียนในวิทยาลัย และนักเรียนในแขนงวิชาพิเศษอื่น ๆ "

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ โครงการของ BSCS ได้ยอมรับโครงการของครู ๔ คน ที่
เสนอ " หลักสูตรชีววิทยาปีที่ ๒ "

จากข้อความใน BSCS Newsletter No.19 (1963 25) กล่าวว่า ในปี
ค.ศ. ๑๙๖๒ BSCS ได้ยอมรับโครงการของครู ๔ คน ที่เสนอ " หลักสูตรชีววิทยาปีที่ ๒ "
และนอกจากนั้นเมื่อเร็ว ๆ นี้ คณะกรรมการบริหารของ AIBS ได้เลื่อนไทม์ไลน์ใหม่
ที่ตัดสินใจที่จะจัดทำเนื้อหาวิชาชีววิทยาให้สูงขึ้น ในฤดูใบไม้ผลิของปี ๑๙๖๒ AIBS ได้
ตั้งคณะกรรมการขึ้นสำรวจความก้าวหน้าทางชีววิทยา ต่อมาคณะสำรวจนั้นได้สรุปข้อรับรอง
ที่ไว้หลายข้อ (๑) BSCS ควรได้สำรวจการวัดผลการของความก้าวหน้าในโครง
การชีววิทยาเกี่ยวกับความถนัดของนักเรียนที่ศึกษาเรียนว่าชีววิทยาต่อไป
(๒) ทุกหลักสูตรควรจะมีจุดปฏิบัติการเป็นศูนย์กลางและถือว่าการทดลองเป็นทางทำให้
เกิดการเรียนรู้ และ (๓) ข้อพิจารณาควรจะทำให้ได้แก่การทดลองของ BSCS
เป็นใจกลางของหลักสูตรที่จะกว้างให้มีความสูงขึ้น

ระหว่างเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม ค.ศ. ๑๙๖๒ ได้จัดให้มีการประชุม
เกี่ยวกับการเขียนหลักสูตรชีววิทยาในระดับที่ ๒ ขึ้นที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย คณะผู้เขียน
หลักสูตรชีววิทยาระดับที่ ๒ ได้พบกับคณะกรรมการผู้มีหน้าที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการ
สอนแบบปฏิบัติการ เพื่อจะอภิปรายกันถึงความต่อเนื่องของชุดปฏิบัติการทดลอง แบบของการ
เชื่อมต่อของวัสดุ หัวข้อที่ทำให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และคำแนะนำต่างๆ ไป
แก่ระดับชีววิทยาระดับที่ ๒ ของ BSCS

ผลที่ได้จากการประชุมได้ผลิตชุดปฏิบัติการสำหรับเด็กและครูมือทั้ง ๒ เล่มนั้น
จะได้เป็นคำแนะนำไปโครงการระยะยาว และเป็นส่วนเติมต่อ ๓ ชุด ของชุดปฏิบัติการ
ทดลองประกอบด้วย การเจริญเติบโตของพืช และการให้น้ำ การเจริญเติบโตของสัตว์
และการให้น้ำ -- **จุดชี้วัน** -- การเจริญเติบโต อาหาร และการทำปฏิกิริยาต่อกัน

ผลที่ได้จากการประชุมได้นำมาแก้ไขหลักสูตรชีววิทยามัธยมศึกษา ของ BSCS ว่าด้วยการทำปฏิกิริยาต่อกันเกี่ยวกับการทดลองและแนวความคิด (BSCS Biology Second Course The Interaction of Experiments and Ideas.) การแก้ไขนั้นประกอบด้วยหลัก ๔ ประการคือ

๑. การประชุมในท้องถิ่นทั้งครูและนักเรียน
๒. วิเคราะห์ส่วนที่เกี่ยวข้องในข้อมูลที่ทดลอง
๓. การสร้างข้อสมมติ และแบบแผนการทดลอง
๔. ยอมให้โอกาสแก่นักเรียนได้ลงมือกระทำการทดลองตามหัวข้อต่าง ๆ
๕. อนุญาตให้นักเรียนและครูพิจารณาได้สำรวจจุดโครงการของปีที่ผ่านมาแล้ว

ไลท์เนอร์ (Lightner, 1964 : 29) ได้กล่าวถึงความบกพร่องของเขาเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยามัธยมศึกษา ๒ ของ BSCS ว่า "เป็นหลักสูตรหนึ่งที่มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการจัดเป็นไปตามแนวความคิดที่ว่า วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการของการสอบสวนหาความจริงมากกว่าจะเป็นเนื้อหาชีววิทยา"

BSCS กับโครงการร่วมมือกับระหว่างประเทศ

หลังจากที่ AIBS ได้จัดตั้งคณะกรรมการ BSCS ขึ้นมาเพื่อพิจารณาจัดวางหลักสูตรในระดับต่าง ๆ พร้อมทั้งเขียนตำราชีววิทยา คู่มือปฏิบัติการชีววิทยา และคู่มือปฏิบัติการชีววิทยาสำหรับครู พร้อมทั้งนำไปทดลองและปรับปรุงแก้ไขกันอย่างจริงจังรวมทั้งเผยแพร่ข่าวการปรับปรุงและทดลองใช้ออกไปทั่วโลก เป็นเหตุทำให้มหาวิทยาลัยประเทศต่าง ๆ มากกว่า ๔๐ ประเทศ เกิดความสนใจในผลงานของ BSCS อย่างมาก ดังนั้น BSCS จึงได้จัดเชิญผู้แทนจากประเทศต่าง ๆ มาร่วมในการประชุมรวม ๕ ประเทศ คือ ประเทศบราซิล ประเทศอาร์เจนตินา ประเทศโคลัมเบีย ประเทศโมร็อกโก และประเทศไทย ผู้แทนดังกล่าวต้องเป็นครูสอนชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษา หรืออาจารย์สอนชีววิทยาในมหาวิทยาลัย BSCS มีวัตถุประสงค์ที่จะเชิญผู้แทนจากประเทศที่เชิญมาร่วมงานกับ BSCS โดยเลือกตำราชุดที่เหมาะสมที่สุด มาดัดแปลงให้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในประเทศของตน

แล้วแปลออกเป็นภาษาของประเทศไทยเหล่านั้น เพื่อทดลองนำไปสอนแก่เด็กวัยของตน

การประชุมนี้จัดขึ้นที่มหาวิทยาลัย Colorado เมือง Boulder เพื่อปรับปรุงแก้ไขตำราของเกสเนอร์ให้ดียิ่งขึ้นโดยอาศัยคำติชมที่ได้รับจากครู จากนักเรียน ผู้เฝ้าระวังทางชีววิทยาแขนงต่าง ๆ ตลอดจนอาจารย์สอนชีววิทยาในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มาเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงนี้ การประชุมเริ่มต้นเมื่อวันที่ ๑๕ มิถุนายน และสิ้นสุดในวันที่ ๕ สิงหาคม ๑๙๖๑

ในการเชิญผู้แทนจาก ๕ ประเทศ มาร่วมประชุมดังกล่าวนี้ BSCS ได้รับเงินอุดหนุนจาก NSF (National Science Foundation) จำนวน ๑๖,๕๖๕ ดอลลาร์ และจาก Rockefeller Foundation เป็นจำนวน ๑๐,๐๐๐ ดอลลาร์ เพื่อกำเงินมาให้เป็นไปตามความมุ่งหมายและแต่งตั้ง Dr. Archie Carr เป็นผู้อำนวยการ Florida เป็นที่ปรึกษาและประสานงานของบรรดาผู้แทนจาก ๕ ประเทศ กับ BSCS

หลังจากการประชุมปรับปรุงตำราสิ้นสุดลงเมื่อวันที่ ๕ ตุลาคม ๑๙๖๑ BSCS ได้จัดให้มีการอบรมครู (Briefing session) แก่ครูจากโรงเรียนต่าง ๆ ที่ร่วมก่อตั้งตำราของ BSCS ในปีการศึกษา ๑๙๖๑ - ๑๙๖๒ นี้ นอกจากวิทยากรผู้แทนทั้ง ๕ ประเทศ เข้าร่วมการอบรมแล้ว BSCS ยังได้จัดวิทยากรผู้แทนจากทั้ง ๕ ประเทศเดินทางไปเยี่ยมการดำเนินงานโรงเรียนตามศูนย์ต่าง ๆ ที่ทดลองใช้ตำราของ BSCS ด้วย

การไปร่วมประชุม BSCS ในครั้งนี้ ผู้แทนประเทศต่าง ๆ ได้มีโอกาสสังเกต (๑) เกี่ยวกับการปรับปรุงวิธีการสอนว่าควรจะทำอย่างไรจึงจะช่วยให้เด็กเรียนได้ดีทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง (๒) เกี่ยวกับการจัดห้องวิทยาศาสตร์ (๓) เกี่ยวกับการปกครองนักเรียนและส่งเสริมนักเรียนที่มีสติปัญญาสูงและปีติกันให้มีโอกาสได้แสดงความสามารถของตน (๔) เกี่ยวกับหลักการสำคัญในการร่วมประชุมพิจารณาปัญหาต่าง ๆ และการสังเกตต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจนำมาใช้ประโยชน์ในการสอนชีววิทยาเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ที่ดำเนินงานของ BSCS ได้กำลังศึกษาและทดลองต่าง ๆ นานา

ไม่ในประเทศของตน จากการศึกษามองเนตเตอร์สัน (Peterson, 1967 : 38) พบว่าประเทศที่กลับไปใช้โทษประหารชีวิต และใช้ประหารชีวิตแล้วก็มีประเทศอิตาลี (อิตาลี) โครเอเชีย (โครเอเชีย) และญี่ปุ่น (ญี่ปุ่น) ส่วนประเทศที่กำลังทดลองใช้ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นได้แก่ประเทศอาร์เจนตินา (อาร์เจนตินา) บราซิล (บราซิล) จีนไทเป (ไต้หวัน) แคนาดา (แคนาดา) เกาหลี (เกาหลี) และอิสราเอล (อิสราเอล) และจีนแผ่นดินใหญ่ (จีนแผ่นดินใหญ่) ส่วนประเทศที่มีโครงการจะกลับเปลี่ยนมาใช้โทษประหารชีวิตได้แก่ประเทศออสเตรเลีย (ออสเตรเลีย) ลังกา (ลังกา) อิตาลี (อิตาลี) นิวซีแลนด์ (นิวซีแลนด์) เยอรมนี (เยอรมนี) ฮอนดูรัส (ฮอนดูรัส) อินเดีย (อินเดีย) นอร์เวย์ (นอร์เวย์) ปาปัวนิวกินี (ปาปัวนิวกินี) อุรุกวัย (อุรุกวัย) เวเนซุเอลา (เวเนซุเอลา) และรัสเซีย เป็นต้น

สรุป

หลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยได้ปรากฏในหลักสูตรเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. ๒๔๘๔ ในรูปของประมวลวิชาสามัญ แยกเป็นเอกภพศาสตร์ การเกษตร และชีววิทยา ถัดมาชีววิทยา (Biology) ปรากฏครั้งแรกในปี ค.ศ. ๒๕๐๐

ลักษณะสำคัญของแบบเรียน BSCS ได้มีต้นกำเนิดมาจากหนังสือชีววิทยาของอเมริกาซึ่งตีพิมพ์โดยมาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๕๐ ถึงปัจจุบัน การพัฒนาของชีววิทยามองต่าง ๆ แบ่งออกได้เป็น ๓ ตอน คือ ตอนที่ ๑ เริ่มจากปี ๑๙๕๐ - ๑๙๖๕ เป็นการที่เขียนขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นในการเขียนที่ละเอียดและลึกซึ้งเกี่ยวกับชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา ตอนที่ ๒ เริ่มจากปี ๑๙๖๕ - ๑๙๗๕ มุ่งเน้นในการเขียนที่ง่ายจากเดิมโดยคำนึงถึงตัวเด็กเป็นสำคัญ ดังนั้นเนื้อหาจึงเป็นเรื่องง่าย ๆ เกี่ยวกับเด็กเกิด ความสนใจ ตอนที่ ๓ เริ่มจาก ๑๙๗๕ ถึงปัจจุบัน เป็นการเขียนขึ้นโดยเน้นทางด้านความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตและการศึกษา BSCS นั้นเอง

เนื้อหาของ BSCS ได้แก่ สรีรวิทยา สรีรวิทยา สรีรวิทยา และสุขภาพและการดูแลสุขภาพ การเขียนขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นในการเขียนที่ง่ายและลึกซึ้งเกี่ยวกับชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา และการศึกษาระดับมัธยมศึกษา และการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

สอนเด็กที่เรียนชีววิทยาโดยทั่วไปเท่านั้น แต่เหมาะสมสำหรับเด็กที่เรียนซ้ำและเด็กที่เรียนเก่ง
อีกด้วย

ESCS จะมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับครู การบริการในด้านการฝึกหัดครู
ก็จัดขึ้นเป็นพิเศษ คู่มือครูในการสอนชีววิทยา เกี่ยวข้องกับปรัชญาและกรรมวิธีการสอน
ของ ESCS แต่ยังไม่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรฝึกหัดครู และ จดหมายแถลงข่าว บันทึกข้อแนะนำ
ถึงวิสัยวางแผนของครู และความก้าวหน้าในการศึกษา

ทุกชุดของ BSCS มีคู่มือครูเตรียมขึ้นเพื่อกลุ่มทั้งตำราเรียนและบทปฏิบัติการทดลอง
และให้คำแนะนำขั้นมูลฐานของวัสดุที่เปลี่ยนแปลงได้ อนุกรมชุด BSCS พิมพ์ขึ้นเกี่ยวกับปัญหา
ของการเตรียมครู และอนุกรมชุดของจุลสาร (Bulletin) ขึ้นอยู่กับการศึกษาชีววิทยาโดย
เฉพาะ พิมพ์แถลงข่าวใช้ให้เป็นประโยชน์เกี่ยวกับโปรแกรมของ BSCS ทั่วไป โปรแกรมทั้ง
หมดเหล่านี้และวัสดุอุปกรณ์จัดขึ้นเพื่อแนะนำครูเพื่อจะแนะนำตัวเองไม่เพียงแต่นำไปอ้างอิง
ว่าหรับเด็ก แต่ยังเป็นผู้ชี้ทางและเป็นนายในการสอนในห้องเรียนในที่สุด เพื่อพิจารณาจากการ
ศึกษาชีววิทยาของ BSCS แล้ว ทำให้สามารถมองเห็นเหตุการณ์อย่างกระฉับกระเฉงว่าการศึกษ
ทางชีววิทยาในอนาคตอันใกล้นี้ จะเน้นหนักในทาง การสอบสวนหาความจริง (Inquiry)
และการค้นพบ (Discovery) ครูที่มีคุณภาพสูงโดยได้รับการศึกษาและฝึกหัดมาจากมหาวิทยาลัย
และวิทยาลัยจะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาการสอนเพื่อให้เกิดผลดังกล่าวนั้น.

ตอนที่ ๒

พัฒนาการ ของหลักสูตร และการสอนชีววิทยาในทวีปยุโรป

ประเทศในกลุ่มนุโรปซึ่งร่วมกันอยู่ ในองค์การความร่วมมือทางด้านการ
เศรษฐกิจและ พัฒนาการ (The Organization for Economic Co - operation
and Development) มีชื่อย่อว่า O.E.C.D ได้ตระหนักถึงความเจริญก้าวหน้าของ
วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ว่าเจริญรุดหน้าไปในอัตราที่รวดเร็วมาก ความจริงอันนี้เป็นปัญหา
ขึ้นกับการสอนวิทยาศาสตร์อันเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ด้วยเหตุนี้ O.E.C.D จึงได้รวบรวมความ
คิดเห็นและปฏิบัติงานเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาซึ่งได้จัดให้มีการ
ประชุมสัมมนาขึ้นเมื่อวันที่ ๔-๑๔ สิงหาคม ๑๙๖๒ ที่ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ จุดประสงค์
ในการสัมมนาครั้งนี้เพื่อถกเถียงเกี่ยวกับปัญหาการศึกษาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยม เพื่อหา
ทางปรับปรุงการเรียนการสอนชีววิทยาให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ

ในระยะต้นความรูทางด้านชีววิทยาได้เจริญอย่างสูงสลับในรูปของชีววิทยาล้วนๆ
โดยเริ่มต้นด้วยการทำการทดลอง ค้นคว้า วิจัย เพื่อหาที่มาซึ่งโครงสร้างทางทฤษฎีและ
จากทฤษฎีชีววิทยาการซึ่งต่อมาภายหลังได้ค้นพบกลไกขั้นพื้นฐานในชั้นพันธุศาสตร์ชั้นและไ
นานมานี้ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างชีววิทยากับฟิสิกส์และเคมี ซึ่งเป็นผลจากการพัฒนาทาง
ด้านเทคนิค ทำให้เกิดชีววิทยาว่าด้วยโมเลกุลหรืออย่างที่เรารอบรู้เร็วกว่าชีวฟิสิกส์ ชีวเคมี
เป็นต้น

วิวัฒนาการ ของชีววิทยาในระยะของการพรรณาล้วนๆ เพิ่งได้มีขึ้นเมื่อไม่
นานนักและมาทีหลังเมื่อเปรียบเทียบกับวิวัฒนาการในชั้นฟิสิกส์และเคมี ด้วยเหตุนี้เอง
ทำให้ชีววิทยาได้ถูกนำมาพิจารณาโดยนักวิทยาศาสตร์หลายท่านด้วยกัน ให้มีความสำคัญ
เป็นที่สองรองบรรดาวิชาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติทั้งหลาย อย่างไรก็ตามข้อเท็จจริงหรือแสดงให้เห็น
ว่าเรื่องของชีววิทยาไม่เพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว แต่อัตราความเร็วของ
การเปลี่ยนแปลงนั้นได้ถูกเร่งให้เร็วยิ่งขึ้น

ยิ่งกว่านั้นประชาชนทั่วไปก็ให้ความสนใจเกี่ยวข้องกับ ความสำคัญของ
วิทยาศาสตร์ได้แก่ขยายให้เป็นที่รู้จักดีโดยบรรดาผู้สมัครว่ากันว่าในเรื่องวิทยาศาสตร์
ทั้งหลาย การค้นพบอันเป็นรากฐานทางฟิสิกส์และเคมีได้กระทำกันอย่างกว้างขวางและ

นับว่าเป็นเรื่องสำคัญอันดับหนึ่งในด้านระดับของเศรษฐกิจ ระดับเทคโนโลยีและระดับของสังคมวิทยา การค้นพบเหล่านี้ให้คำตอบเป็นกลุ่มประโยชน์ในทางฝึกสภและเกม จากการพบที่สำคัญๆ เหล่านี้ได้ผลลัพท์มาถึงการค้นพบเกี่ยวกับด้านชีววิทยากว้าง จากการเกษตรกรรม ถึงการแพทย์เหล่านี้ได้ให้คำตอบเป็นกลุ่มประโยชน์ยิ่งกว่าชีววิทยาเบื้องต้นอันเป็นรากฐานมาแต่ก่อนศักราชของการพัฒนาการในด้านการค้นพบที่จะก้าวหน้าในอนาคตอาจยิ่งขึ้น เราต้องทำให้เห็นคุณค่าของการสนับสนุนวิชาการในด้านการพัฒนาการ ซึ่งแท้จริงแล้วขึ้นอยู่กับชีววิทยาเบื้องต้นอันเป็นรากฐาน

เรื่องที่นากลัวหรือเอาชนะได้ยากคือปัญหา ในด้านการศึกษาอันเป็นผลลัพท์จากการปฏิบัติในทางวิทยาศาสตร์ และผลลัพท์จากการปฏิบัติด้านการค้นคว้า ปัญหาเช่นนี้จะเป็ปัญหาที่ยิ่งใหญ่ขึ้นเมื่ออัตราการวิวัฒนาการสูงขึ้น วิกฤตการณ์ของการสอนวิชาชีววิทยานั้นพร้อมที่จะเกิดขึ้นแก่เรา มันอาจจะเป็นไปได้ที่วิกฤตการณ์นี้จะเกิดขึ้นอย่างฉับพลันยิ่งขึ้น ถ้าเราไม่ยอมรับหรือตามให้ทันต่อการวิวัฒนาการ

การวิเคราะห์ในเรื่องการปฏิรูปการสอนชีววิทยานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิรูปนี้จะต้องวัดให้ขึ้นกับบริบท เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการ ทำให้แสดงถึงลักษณะที่ต่างกันความแตกต่างอันนี้อาจกล่าวได้ว่า เบื้องต้นก็คือการสอนชีววิทยาในประเทศต่างๆ หรือบางที่เป็นความแตกต่างกันในความมุ่งหมายของนักการศึกษา อย่างไรก็ตามก็ตามทุกประเทศในกลุ่ม O.E.C.D จำเป็นจะต้องมีการปฏิรูปการสอนชีววิทยาของคนให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการ อันจะเป็นทางนำมาส่งเสริมความสามารถทางด้านการเศรษฐกิจในอนาคต

หลักสูตรและการสอนชีววิทยา ประเทศอังกฤษ

โครงร่างในการวัดการศึกษาขั้นมัธยม

นับว่าเป็นการยากที่จะกล่าวถึงลักษณะของการศึกษา ประเทศอังกฤษ ทั้งนี้เพราะการศึกษาของประเทศอังกฤษจัดแบบการกระจายอำนาจ รายละเอียดเกี่ยวกับการบริการการศึกษาอยู่ในมือของเจ้าหน้าที่การศึกษาแห่งท้องถิ่น ดังนั้นแต่ละโรงเรียนจึงต้องรับผิดชอบในหลักสูตรตลอดทั้งโครงการ วิธีสอนและการวัดผลกันตนเอง

การศึกษาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยม

หลักสูตรชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมได้จัดเตรียมขึ้นจากสมาคมอาชีพ ๒ สมาคมผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ (The Science Master's Association) กับสมาคมครูวิทยาศาสตร์สตรี (The Association of Woman Science Teacher) การสอนชีววิทยาที่เกี่ยวข้องในที่มีชั้นที่ต้องพิจารณาแตกต่างกันอยู่ ๓ ประการ คือ

- ก. ชั้นที่ให้นักเรียนทั้งหมดจะต้องเรียนตามกันอย่างหยุม ๗ ในวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรเดียวกัน ซึ่งจะจัดให้เรียนในชั้นที่ ๖ อายุประมาณ ๑๑ - ๑๖ ปี
 - ข. ชั้นพิเศษเฉพาะสำหรับผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอนาคตมีอยู่ ๒ กลุ่ม ดังนี้ (๑) นักเรียนที่ศึกษาวิชาชีววิทยาพร้อมกับวิชาฟิสิกส์ และเคมี (๒) นักวิทยาศาสตร์ทางค่านฟิสิกส์ซึ่งเลือกเรียนฟิสิกส์หรือเคมีร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์
 - ค. ชั้นพิเศษเฉพาะสำหรับนักเรียนที่ศึกษาเกี่ยวกับมนุษยชาติหรือศิลปะ
- อีกปัญหาหนึ่งก็คือว่าปัญหาเกี่ยวกับความตกลงใจในเรื่องจุดมุ่งหมาย เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีสอน ในการนำมาใช้วางแผนวิชาชีววิทยาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาอย่างเสรีโดยทั่ว ๆ ไปและวางทับซ้อนกันอยู่ เพื่อหาจุดที่ถูกต้องสำหรับคัดเลือกนักเรียน โดยจัดเป็นหลักสูตรพิเศษขึ้นเพื่อเป็นการฝึกทางก้านชีววิทยาของนักชีววิทยาในอนาคตรวมทั้งทางด้านการแพทย์และคณะบุคคลทางค่านเกษตร

การพัฒนาหลักสูตรชีววิทยาของนัฟฟิลด์ (Nuffield)

ระหว่างหลังปี ๑๙๕๐ มูลนิธินัฟฟิลด์เกี่ยวกับโครงการสอนวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจในการพัฒนาการของหลักสูตรซึ่งมาจากหลายแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน เช่นสมาคมผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ (The Science Master's Association) สมาคมครูวิทยาศาสตร์สตรี (The Association of Woman Science Teacher) * และอิทธิพลของการกระตุ้นจากโครงการของสหรัฐอเมริกาหลายโครงการ.....ในจำนวนนี้มี BSCS ด้วย

Nuffield Biology O - Level Course

ในปี ๑๙๖๒ กลุ่มครูได้ถูกแต่งตั้งขึ้นโดยโครงการนัฟฟิลด์เพื่อเตรียม

หลักสูตร Nuffield Biology O-Level สำหรับเด็กอายุ ๑๑ - ๑๖ ปี ซึ่งเป็นระดับปกติของ O - Level ทั้งใน Grammar School และ Comprehensive School เพื่อจะให้วิชาที่เรียนสอดคล้องกันสำหรับเด็กที่ไม่เรียนชีววิทยาค่อยไป จุดมุ่งหมายของหลักสูตรก็คือ

ก. เพื่อพัฒนาและเร้าเร้าใจในทัศนคติความอยากรู้อยากเห็นและอยากรวมสวนหาความจริง

ข. เพื่อพัฒนาวิชาซึ่งอยู่ในเวลาเดียวกัน

ค. เพื่อพัฒนาความเข้าใจในมนุษย์ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตและสถานที่อยู่ของเขาตามธรรมชาติในแง่

๑. ความนโยบายของการพัฒนาอยู่ควบคู่ในสังคมของชีววิทยาและสัมพันธ์กับความต้องการของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน เช่น เกี่ยวกับอาหารและสุขภาพอนามัยทั่วไป

๒. อิทธิพลอย่างลึกซึ้งในกิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

๓. วิธีทางซึ่งการศึกษาทางชีววิทยาสามารถทำให้หันไปรู้ถึงสิ่งแวดล้อมได้กระทำในชีวิตประจำวัน เช่นการแบ่งจำพวกพืชและสัตว์

ง. เพื่อรักษาไว้ซึ่งความแน่นอนของการแปรผันของชีวิตและหลักความคล้ายคลึงระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ว. เพื่อส่งเสริมการยอมรับนับถือและความรู้สึกต่อสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย

จ. เพื่อสอนศิลป์ของการวางแผนการสอบสวนหาความจริงทางวิทยาศาสตร์ การวางแผนคำถามและแบบแผนของการทดลอง

ช. เพื่อพัฒนาให้รู้จักชมทิวทัศน์อันยืนยง

ซ. เพื่อพัฒนาความคิดต่อไปเกี่ยวกับชีววิทยาว่าเป็นส่วนของความพยายามของมนุษย์

๑. ชีววิทยากำลังพัฒนามาแล้วหลายศตวรรษ มีคำถามมากมายที่ยังตอบไม่ได้เกี่ยวกับชีวิต ความคิดของเราเกี่ยวกับชีวิตนั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งเป็นความรู้ใหม่ที่เราได้รับมา

๒. ความรู้ทางชีววิทยานั้นเป็นผลผลิตการทำงานทางวิทยาศาสตร์ในส่วนที่

แตกต่างกันมากมายในโลก การแสวงหานั้นเป็นของระหว่างชาติ

๓. ความรู้ทางคณิตไม่เพียงแต่วางอยู่บนฐานของการสังเกตและการทดลองเท่านั้นแต่ยังอาศัยการตั้งคำถามด้วย ตลอดจนการวางรูปแบบของข้อสมมุติฐาน แล้วก็ทดสอบข้อสมมุติฐานและข้อทั้งหมดที่กล่าวนั้นเป็นการติดต่อระหว่างมวลชน

๔. การพัฒนาต่างๆทางเคมี ทางฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ช่วยให้เราก้าวหน้าต่างๆทางชีววิทยา เพราะต้องเอาความรู้พวกนี้มาใช้ในวิชาชีววิทยา

การทดลองครั้งแรกได้เริ่มขึ้นระหว่าง ๑๘๖๓ - ๑๘๖๔ กับวัสดุอุปกรณ์ที่ ๓ หลักสูตรทั้งหมดถูกทดสอบระหว่าง ๑๘๖๕ ภายหลังจากการทดลอง การแก้ไขสำหรับการพิมพ์ครั้งแรกสุดท้ายได้เริ่มขึ้นจากรากฐานการวิจารณ์ของครูและของนักเรียน (Hernandez, 1966 : 65)

วัสดุการสอนของหลักสูตร

หลักสูตรแบ่งแยกเป็น ๕ ส่วนของทุกสัปดาห์ของปี สองปีแรกใช้ทดลองกับเด็กอายุขนาด ๑๑ - ๑๓ ปีวัดให้เป็นหลักสูตรนำหลักสูตรที่เหลือจะเรียงงานของสามปีสุดท้ายเป็นหลักสูตรที่วัดขึ้นในช่วงกลาง ความรู้ที่นำมาใช้ทดลอง รายละเอียดและปริมาณมากขึ้น

วัสดุในการสอน (กระเตรียมขึ้นสำหรับทุกปีของหลักสูตร) ประกอบด้วยตำราเรียนของนักเรียนและคู่มือครู จุดมุ่งหมายของโครงการนี้ก็เพื่อให้ร่วมกันเป็นอันหนึ่งอันเดียวของข้อแสดงอันที่หนึ่ง (ใ้รับจากงานในห้องปฏิบัติการที่เด็กกระทำ) และข้อแสดงค่านที่สอง (ใ้รับจากงานของค่านอื่น) คู่มือปฏิบัติการไม่ให้พิมพ์แยกจากตำราเรียน

ตำราเรียนสำหรับนักเรียนบรรจุข่าวสารที่จำเป็นเช่นนี้ให้คำชี้แจงว่าจะทำอย่างไรกับการทดลองที่ต้องการ คำถามจะเป็นเรื่องนำมาสู่คำตอบ จำเป็นสำหรับความเข้าใจในวิชาที่เรียนและภูมิหลังของการอ่าน จะปฏิบัติได้โดยนักเรียนเพื่อให้เกิดความรื่นเริงหรือเพื่อการเตรียมตัวเพื่อให้ก้าวหน้าต่อไป คู่มือครูถูกผลิตขึ้นเพื่อให้อ้างอิงอย่างใกล้ชิดกับ ในตำราทุกเล่ม หนังสือเหล่านี้จะกระเตรียมการด้วยการ ชักนำวิธีสอน และการแนะนำสำหรับสิ่งที่ให้เลือกและรวมทั้งการทดลอง

ส่วนหนึ่งของตำราเรียนของเด็กและคู่มือครู เป็นการนำไปสู่สิ่งที่เป็นชีวิตเล็ก ๆ พบในดินในเศษของ แคร่งน้ำ ได้พัฒนาไปสำหรับการศึกษาทางนิเวศวิทยา ในปีที่หนึ่ง

ตลอดทั้งหลักสูตรต้องใช้อุปกรณ์ เหล่านี้เพื่อศึกษาประมาณ ๓ - ๔ ครั้ง และมีเครื่องช่วยเหลือต่าง ๆ เช่น ฟลิ้มสตูด สไลด์ โฟโตกราฟ และเทปบันทึกเสียง สิ่งเหล่านี้กระเตรียมการแสดงของกระบวนการหรือการทดลองซึ่งไม่สามารถจะสังเกตเห็นได้ หรือกระทำไม่ได้ในห้องปฏิบัติการของโรงเรียน

วิธีวิทยาของนิฟฟิลด์ แตกต่างจากวิธีวิทยาเดิมในหลักการ และวิธีการของการ ซึ่งเน้นถึงบทบาทของการทดลอง และวิกฤตการณ์ของการวัดผลของหลักฐานเก่า ๆ มากกว่าการจำข้อเท็จจริง นักเรียนถูกส่งเสริมให้ได้รับความรู้แต่ละอย่างจากการทำการทดลอง ด้วยการเน้นหนักบนชี้แจงจากของความแน่นอนที่ทำได้สำเร็จ ซึ่งรวมอยู่ในทุกการทดลอง

การสอบ

โครงการวิธีวิทยาของนิฟฟิลด์ต้องการที่จะเปลี่ยนวิธี ของการสอบใหม่ให้แตกต่างจากแบบเดิมซึ่งเป็นแบบ Simple recall เกือบทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับการเน้นของหลักสูตรนี้ คำถามจึงมีหลายแบบเช่น

๑. ความระลึกได้อย่างง่าย ๆ (Simple recall) เป็นการสอบที่มุ่งวัดความรู้ว่า ในสิ่งที่เป็นความจริง (Factual Material)
๒. ความระลึกได้ที่เกี่ยวข้องกัน (Association recall) คำถามต่าง ๆ ต้องการ / ความเกี่ยวข้องกันของข้อความที่ระลึกได้อันหนึ่งกับอีกอันหนึ่ง
๓. ความระลึกได้ด้วยการทดลอง (Experimental recall) เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทดลองชนิดต่าง ๆ อย่างพิเศษซึ่งดำเนินโดยผู้สอบได้
๔. แบบแผนการทดลอง (Experimental design) เกี่ยวข้องด้วยการทดลองที่จะทดสอบข้อสมมุติฐานโดยเฉพาะ
๕. วิธีอนุมาน (Deduction) เช่นการอ่าน graph และการร่างต่าง ๆ อ่านข้อสมมุติฐาน (formulation of hypothesis) วาดข้อมูล (data) ที่จัดให้และเลือกเอาจำนวนที่เห็นวนกับที่สรุปของสมมุติฐานที่แตกต่างกัน (different hypothesis)
๖. แต่งร้อยแก้ว (Continuous Prose) เขียนเรื่องความสั้น (ประมาณ ๒๕๐ คำ) ประสงค์จะทดสอบความสามารถของผู้สอบ เพื่อแสดงการใช้คำด้วยตัวของเขาเอง

เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องทางชีววิทยา (biological topic)

Nuffield Biology A - Level (Hernandez, 1968 64 - 68)

โครงการของนัฟฟิลด์ ได้พิจารณาสภาพของการเรียนการสอนชีววิทยาในประเทศอังกฤษ โดยทั่วไป และนับว่ามีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาหลักสูตรชีววิทยาสำหรับนักเรียนอายุ ๑ - ๑๘ ปี ให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้น เป็นหลักสูตรสำหรับเรียน ๒ ปี โดยเริ่มจัดขึ้นในปี ๑๙๖๔ วัตถุประสงค์หมายพื้นฐาน และการจัดระเบียบของ A - Level Course นั้นสอดคล้องกับ O - Level แต่ A - Level course ได้เน้นมากกว่ากันในระดับของการจัดระเบียบองค์การทางชีววิทยา ภูมิข้อบังคับทางชีววิทยา และความสัมพันธ์กันระหว่างชีววิทยากับสรีรวิทยากับชีววิทยาแบบประยุกต์

The A - Level Materials

วัสดุในการสอนของ A-Level ประกอบด้วย ๔ หน่วยได้แก่ คู่มือปฏิบัติการ คู่มือการเรียน และคู่มือครู ๒ เล่ม ซึ่งเกี่ยวกับบทปฏิบัติการและตำราเรียน วัสดุในการสอนเหล่านี้ถูกนำมาใช้ควบกัน จากหลายทาง เพื่อจุดมุ่งหมายในการสอน หัวข้อใหญ่ของงานที่ต้องทำจะพบในคู่มือปฏิบัติการทดลอง และคู่มือการเรียน คู่มือปฏิบัติการทดลอง ได้เตรียมการสอน และคำอธิบายเกี่ยวกับงานของ ห้องปฏิบัติการ และใช้เป็นข้ออ้างอิงสำหรับการอ่านภายนอกด้วย คู่มือการเรียนเป็นข้ออ้างอิงของคู่มือปฏิบัติการทดลอง และปัญหาพร้อมอยู่ด้วย รวมทั้งให้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องบ้างใกล้ชิดกับการทำงานในห้องปฏิบัติการ

เมื่อทำให้หลักสูตรนี้ยังเกิดผลยิ่งขึ้น โครงการนี้ได้จัดเตรียมหนังสือปฏิบัติการทดลองขึ้น หนังสือปฏิบัติการทดลองนี้ใช้เป็นวัสดุข้ออ้างอิง เพราะว่าได้บรรจุโครงการ การสอนสำหรับการเตรียมงานที่ต้องปฏิบัติในคู่มือปฏิบัติการ

หลังจากจัดทำหนังสือสำหรับใช้ในการทดลองเสร็จสิ้นลง ได้จัดให้มีการทดลองใช้หลักสูตรนี้ขึ้นในระหว่าง ๑๙๖๔ - ๑๙๖๗ และแก้ไขสำหรับการพิมพ์ครั้งสุดท้ายเพื่อนำมาใช้สอน ได้ดำเนินการเสร็จลงเมื่อปี ๑๙๗๐

ข้อนำสังเกตเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรของนัฟฟิลด์

สิ่งนำสังเกตเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรของนัฟฟิลด์ ในชั้นมัธยมศึกษาระดับที่น่าสนใจดังนี้

๑. โรงเรียนส่วนใหญ่เลือกเรียนหลักสูตรชีววิทยาของนิฟฟิลด์ แบ่งออกเป็น ๒ ชั้น

ดังนี้

๑.๑ Nuffield Biology O - Level Course

แบ่งออกเป็น ๒ ระดับ

ดังนี้

- ก. หลักสูตรนำ (The Introductory Course) (ปี ๑ - ๒)

ได้สอนเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์

- ข. หลักสูตรกลาง (The Intermediate Course) (ปี ๓ - ๔ - ๕)

ได้สอนแยกออกเป็นรายวิชา

๑.๒ Nuffield Biology A - Level Course

ในการสอนกับเด็ก

ซึ่งผ่านข้อทดสอบของ GCE O - Level ในชีววิทยาโดยเฉพาะซึ่งเป็นของ

Nuffield

๒. Nuffield Biology Course

ได้คิดให้มีการแนะนำการในโรงเรียนฝึกหัดครู

เพื่อจะให้ให้นักเรียนฝึกหัดครูคุ้นเคยกับแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์และข้อแตกต่างของการ Approach ใช้ในการสอนชีววิทยา เนื่องจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกหัดครั้งนี้ นักเรียนฝึกหัดครูจะสามารถนำเอาไปใช้สำหรับการสอนต่อไปในอนาคต

๓. กรูชีววิทยาส่วในใหญ่พบว่าหลักสูตรชีววิทยาของนิฟฟิลด์ อนุญาตให้ยืดหยุ่นได้ในหลาย ๆ เรื่อง เช่น

- ๓.๑ การเปลี่ยนแปลงของอัตราที่ตามกันของหัวข้อ เพื่อรักษาความสนใจของนักเรียน หรือเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ของการสอนที่หามาได้

- ๓.๒ การคัดเลือกการทดลองบางอย่างอันสำหรับเด็กเพื่อกระทำภายในขอบเขต ความสะดวก ของบทปฏิบัติการ

- ๓.๓ สามารถทำการรวบรัดหลักสูตร เพื่อให้เหมาะกับเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ดังนั้นกรูควร จะสามารถทำการสอนได้อย่างสมบูรณ์

- ๓.๔ สามารถดัดแปลงหลักสูตรให้เหมาะกับความสามารถของเด็กภายในชั้นเรื่ น ที่กำหนดให้

๔. ขณะที่หลักสูตรชีววิทยาของนิฟฟิลส์เน้นถึงงานในห้องปฏิบัติการ ครูจึงรวมอยู่กับหลักสูตรนี้ด้วยเพื่อจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเตรียมงานของห้องปฏิบัติการ บางโรงเรียนพยายามที่จะแก้ปัญหานี้เพื่อนำเข้ามาสู่ชุดการสอนที่โรงเรียนและเป็นการเตรียมมรกับเทคนิคเชื่องบางคน ในการกระทำเช่นนั้นครจะมีเวลามากพอที่จะทำให้งานของเขามีประสิทธิภาพ

๕. นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในหลักสูตรนี้ ทั้งนี้เพราะเด็กส่วนใหญ่กระตือรือร้นที่จะกระทำการทดลองด้วยตัวเขาเอง เด็กได้รับความเพลิดเพลินในการเรียนโดยความเข้าใจมากกว่าเรียนโดยการใส่ความจำ และโดยการค้นพบมากกว่าการบอกเล่า

๖. **Nuffield Biology O-Level Coarse** รู้สึกว่าจะยากสำหรับเด็กในชั้นมัธยมที่มีความสามารถน้อย องค์ประกอบ ๒ ประการที่พบเป็นเหตุทำให้หลักสูตรนี้ยาก คือ

๖.๑ เกี่ยวกับเรื่องตำราเรียนของเด็ก ความยากของตำราเรียน ทำให้เด็กเกิดข้อสงสัย ในการหยิบยกรายละเอียดใหญ่ ๆ ในหัวข้อขึ้นมาแสดง การอธิบายอย่างไม่ดีพอ ในการสอนภาคปฏิบัติ และการใช้คำศัพท์เฉพาะทางวิชาการมากเกินไป

๖.๒ ความสามารถของเด็กที่จะพัฒนาแนวทางของความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นตลอดทั้งหลักสูตร

๗. คู่มือครูเตรียมโดยโครงการชีววิทยาของนิฟฟิลส์ได้ปรับปรุงที่จะทำให้สามารถช่วยเหลือครู ที่จะนำหลักสูตร ไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ

สรุป

ประเทศต่าง ๆ ในกลุ่มยุโรปได้เข้าร่วมกัน ในองค์การสำหรับการร่วมมือกันและพัฒนาทางด้านการเศรษฐกิจ (The Organization for Economic Co-operation and Development) ซึ่งมีทั้งสิ้น ๒๐ ประเทศ ได้เปิดประชุมสัมมนาขึ้นครั้งแรกเมื่อ ๔ - ๑๔ สิงหาคม ๑๙๖๒ เพื่อถกเถียงปัญหา ของชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา เพื่อจะหาทางพัฒนาการสอนชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาของแกละประเทศให้เจริญก้าวหน้าสอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการอันจะเป็นนำมาส่งเสริมความสามารถทางด้านเศรษฐกิจ ของประเทศในอนาคต

ส่วนการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา ของประเทศอังกฤษนั้น จัดทำขึ้นไม่เหมือนกันทั้งหมด ทั่วประเทศทั้งนี้เพราะอังกฤษมีการจัดระบบของโรงเรียนแบบกระจายอำนาจ

ทุกโรงเรียนเป็นผู้กำหนดหลักสูตรและวิธีการของตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีสมาคมทางอาชีพ ๒ สมาคมเป็นผู้กระตุ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวการสอนวิชาชีววิทยายู่เสมอ ได้แก่สมาคมผู้เลี้ยงขาคูทางวิทยาศาสตร์ กับสมาคมกรวิทยาศาสตร์

มูลนิธิเกิดเกี่ยวกับโครงการสอนวิทยาศาสตร์ก็ได้ได้วางสนใจการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ได้จัดทำหลักสูตรชั้น ๒ โครงการที่เรียกว่า "Nuffield Biology O - Level Project" ให้เหมาะสมกับเด็กระดับอายุ ๑๑ - ๑๖ ปี ซึ่งจัดเป็นภาคบังคับให้ทุกคนได้เรียน กับหลักสูตรในโครงการที่เรียกว่า "Nuffield Biology A - Level project" เป็นหลักสูตรสำหรับเด็กอายุ ๑๖ - ๑๘ ปี เด็กที่จะเรียนหลักสูตรนี้ก็ต้องผ่านการสอนจากหลักสูตร O - Level เสียก่อน หลักสูตรนี้มุ่งให้เด็กเลือกเรียนเพื่อมุ่งเรียนชีววิทยาระดับสูงต่อไป

ตอนที่ ๓

พัฒนาการ ของหลักสูตร และการสอนชีววิทยาในทวีปเอเชีย

ประเทศในย่านทวีปเอเชีย ก็มีแนวโน้มทางด้านการปรับปรุงการเรียนการสอนชีววิทยา อยู่เสมอเช่นกัน ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากในปัจจุบันนี้ประเทศต่าง ๆ ทางภาคเอเชียกำลังไ้กับ ความทุกข์เนื่อง จากความไม่สมดุลระหว่างความต้องการ ของพลเมืองและทรัพยากรที่สำคัญ และจะเป็นอยู่เช่นนี้เสมอไป ทั้งนี้เพราะพลเมืองกำลังทวีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งสิ่งที่เกิดตามมาคือพลเมืองเหล่านี้กำลังช่วยกันทำลายทรัพยากรทางธรรมชาติ ทั้งโดยเจตนา และด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ จึงเป็นเหตุทำให้เกิดภัยจากธรรมชาติขึ้น เช่นภัยจากน้ำท่วม อันเกิดจากการตัดไม้ทำลาย ป่า อากาศเป็นพิษ น้ำเสีย รวมทั้งเกิดโรคร้ายไข้เจ็บอย่าง ไข้หวัดใหญ่ เช่นโรคพยาธิ และ โรคขาดอาหาร อันเนื่องมาจากการบริโภคอาหารไม่เป็น ถังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องให้การศึกษาด้านชีววิทยาแก่พลเมืองให้ถูกต้องและเพียงพอ

ขณะนี้สำนักงานการศึกษาหลายองค์การที่ส่วนกระต้นทำให้เกิดความเคลื่อนไหวที่จะปรับปรุง หลักสูตรชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา วิทยาลัยหนึ่งที่มีว่าเป็นพลังสำคัญก็คือ การเปลี่ยนแปลง หลักสูตรชีววิทยาในประเทศสหรัฐอเมริกาในโครงการ ของ BSCS และ Nuffield Biology Project ของอังกฤษ นอกจากนี้ก็เกิดจากแรงกระตุ้น ขององค์การ UNESCO และองค์การ SEAMES รวมทั้งมูลนิธิเอเชียที่จัดให้มีการประชุมปรึกษาหารือเกี่ยวกับการสอนชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาในภูมิภาคเอเชีย (Asian Regional Conference on School Biology) ขึ้น ๒ ครั้ง ครั้งแรกวัดขึ้นที่ประเทศฟิลิปปินส์ระหว่าง ๕ - ๙ ธันวาคม ๑๙๖๖ และครั้งที่ ๒ วัดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น ระหว่าง ๑๑ - ๑๗ สิงหาคม ๑๙๖๘ และจะจัดครั้งต่อไป ในประเทศอิสราเอล เป็นอัน

หลักสูตรและการสอนชีววิทยาในประเทศฟิลิปปินส์

ประเทศฟิลิปปินส์นับว่าเป็นประเทศแรกในทวีปเอเชียที่มีความเคลื่อนไหวในการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรชีววิทยาตามแบบ BSCS โดยเริ่มมีการเคลื่อนไหวมาตั้งแต่ปลายปี ๑๙๖๑ (Hernandez , 1966 117) ซึ่งเป็นช่วงยาวนานถึง ๑๐ ปีเศษ จึงเป็นที่เชื่อกันได้ว่างานก้าวหน้าไปไกลมาก

ลักษณะของการศึกษาชีววิทยาในสมัยก่อนเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

การสอนชีววิทยาในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมีอยู่ ๓ ระดับคือ ระดับประถม ระดับมัธยม และระดับมหาวิทยาลัย หรือการฝึกหัดครู ในระดับประถมนั้นมีหลักสูตรชีววิทยาที่ใช้สอนอยู่ ๒ หลักสูตร ซึ่งเพื่อนำมาเปรียบเทียบแล้วปรากฏว่าทั้งสองหลักสูตรเน้นหนักทางการสอนเพื่อให้นักเรียนได้รู้ถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการรู้จักพัฒนาความถี่จากการปฏิบัติ หรือการศึกษาสังเกตปรากฏการณ์ทางชีววิทยา ส่วนในระดับมัธยมนั้นมี ๓ หลักสูตร ซึ่งใช้สำหรับปีที่ ๑ และปีที่ ๒ หลักสูตรหนึ่งเป็นหลักสูตรที่จัดทำขึ้นโดย Bureau of Public School and the Peace Corps ส่วนอีก ๒ หลักสูตรนั้นจัดทำโดย UPSEC ซึ่งมีหลักสูตรหนึ่งมีชื่อว่า Environmental Science นั้นเน้นหนักทางชีววิทยามากที่สุด หลักสูตรนี้เริ่มสอนในปีแรกในค่านับชีววิทยา ซึ่งเน้นไปทางภูมิศาสตร์ของประเทศฟิลิปปินส์ และในปีที่ ๒ เป็นการสอนเกี่ยวกับหลักทางนิเวศวิทยา ส่วนปีที่ ๓ ในระดับมัธยมศึกษาานั้น โรงเรียนส่วนมากนิยมสอนตามแนวหลักสูตร BSCS Adapted Green Version (Ecological approach)

ประเทศฟิลิปปินส์กับโครงการของ BSCS

ในปี ๑๙๖๑ คณะกรรมการซึ่งมีหน้าที่ปรับปรุงหลักสูตรได้จัดตั้งขึ้นที่มหาวิทยาลัย -

ฟิลิปปินส์เพื่อพิจารณาวิถีของนักศึกษาครูจากวิทยาลัยในระดับมัธยมศึกษา คณะกรรมการประกอบด้วย (Hernandez, 1966 : 117) ศาสตราจารย์ทางสัตววิทยา ศาสตราจารย์ทางพฤกษศาสตร์ ศาสตราจารย์ทางศึกษานักชีววิทยา ๒ ท่าน และครูใหญ่ของโรงเรียนมัธยมที่พี่นางเป็นนักชีววิทยา ได้พบว่าวิถีของ BSCS มีอิทธิพลเหนือโครงการชีววิทยาอื่น ๆ ในแวดวงที่ ๖๐ นี้ และเน้นถึงความกึกของชีววิทยาสำหรับพลเมืองระดับทั่วไป คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาของประเทศฟิลิปปินส์ได้ตกลงใจที่จะใช้วิถีของ BSCS ชุคส์เขียวเป็นแนวทางสำหรับปรับ วิถี ซึ่งประกอบด้วยตำราเรียน คู่มือปฏิบัติการ และคู่มือครูเหตุผลที่ทำให้ BSCS ชุคส์เขียวเหมาะสมที่จะปรับปรุงก็เพราะได้พิจารณาเห็นว่า

๑. BSCS ชุคส์เขียวเน้นนิเวศวิทยาซึ่งเหมาะกับประเทศฟิลิปปินส์ซึ่งเป็นเกษตรกรรม มีสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติอย่างเหมาะสม

๒. วิชาละสัปดาห์ในรอบ ๑ ปี ในฟิลิปปินส์หาได้ตลอดเวลา

๓. ชุคส์เขียวไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่เก๋ในการเตรียมบทปฏิบัติการทดลอง

๔. เป็นการสะดวกที่จะนำเอาชุดนี้ไปใช้ในโรงเรียนคาบเนนท

ขณะที่คณะกรรมการได้ทำงาน ครูชีววิทยาระดับมัธยม ๑๐ คนจากโรงเรียนในมะนิลาได้คอยเข้าไปอยู่ในมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ นอกจากครูจะต้องเรียนพฤกษศาสตร์และสัตววิทยาเพิ่มเข้าในหลักสูตรแล้ว ครูเหล่านี้ยังจะต้องร่วมในค่านการทบทปฏิบัติการทดลองของ BSCS ชุคส์เขียว ด้วยบนรากฐานของการทดลองเหล่านี้ คณะกรรมการจะต้องปรับปรุงแก้ไข เอกสารการพิมพ์ของ BSCS และเตรียมเอกสารที่ใช้สำหรับการทดลอง อันใหม่โดยปฏิบัติการทดลอง และคู่มือครูและเนื่องจากประสบการณ์ของครูเขียน BSCS และครูให้คำปรกษาอย่างถี่ถ้วนเกี่ยวกับ BSCS ได้เชิญให้ทำงานร่วมกันคณะกรรมการนี้ตั้งแต่วันที่ ๑๕ ของโครงการ การอยู่ร่วมกันของบุคคลหลายฝ่ายเหล่านี้จะเป็นทางนำความสำเร็จของงานการปรับปรุงครั้งนี้ให้ดีที่สุด

การดำเนินงานได้ปรับปรุงขึ้นโดยปราศจากการทำการทดลองมาก่อนเอกสารการพิมพ์สำหรับการทดลอง เช่นคู่มือปฏิบัติการและคู่มือและตำราเรียนได้เริ่มต้นทำการทดลองใช้ ในระหว่างปี ๑๙๖๓ - ๑๙๖๔ ได้เริ่มต้นขึ้น ผลตอบแทนที่ได้จากการทดลองได้นำมาเป็นพื้นฐานสำหรับการแก้ไข การพิมพ์ ครั้งสุดท้ายของตำราเรียน คู่มือปฏิบัติการทดลองและคู่มือครูจะหาได้จากสำนักงานพิมพ์ทั่วไปในปี ๑๙๖๕

ข้อบันทึกที่ได้จากการติดตามผล

หลักสูตร BSCS ชุดสี่เขียวที่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขึ้นได้ข้อสอนโดยทั่วไป ในปี ๓ ของระดับมัธยม ครุส่วนใหญ่จะใช้ทั้งตำราเรียนและคู่มือปฏิบัติการทดลองร่วมกัน ครูบางคน ใช้เพียงแค่มือปฏิบัติการทดลอง และบางคนใช้สองอย่างเพื่อการอ้างอิงเท่านั้น

ปฏิกิริยาโต้ตอบของครูและนักเรียน ก่อวลีของหลักสูตรใหม่ที่ได้รับจากการอภิปรายกันระหว่างบุคคลเหล่านั้น

๑. ครุส่วนมากพบว่า ตำราเรียนทำได้เด็กส่วนใหญ่เข้าใจได้ อาจมีเด็กที่มีความสามารถน้อยกว่าที่นี้จะพบว่าตำราเรียนยากไปเพราะ

- ๑.๑ แบบของการเรียนเป็นพิธีรีตองมากเกินไป
- ๑.๒ ระดับภาษาทางไกลจากความเข้าใจของนักเรียน
- ๑.๓ ภาษาที่ใช้ในตำราเรียนยากเกินไป ไม่ใช่เป็นภาษาของเขาเอง
- ๑.๔ จำนวนของรายละเอียดที่เพิ่มขึ้นในตำราไม่สอดคล้อง บางบทมีรายละเอียดมากเกินไป บางบทมีรายละเอียดน้อยไป สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนได้โดยปราศจากเครื่องช่วยเหลือของครู

๒. คู่มือปฏิบัติการปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับของครูว่าใช้ได้ดีมากเพราะว่า

- ๒.๑ แบบฝึกหัดที่เขียนในคู่มือปฏิบัติการทดลอง มีความแจ่มแจ้งและมีประสิทธิภาพ ในการทำให้เด็กเข้าใจได้
- ๒.๒ แบบฝึกหัดส่วนมากสามารถกระทำได้ทั้งบทปฏิบัติการที่กระเถิบขึ้นอย่างดี และบทปฏิบัติการที่เรีมนั้นไม่ต่ำกว่าฝึก

๓. คู่มือครูมีประโยชน์ต่อครู เพราะเป็นการกระเถิบการสอนได้เพียงพอ สำหรับครูที่จะสอนในวิชานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๔. จำนวนเวลาที่ใช้สำหรับการสอนในหลักสูตรนี้ไม่เพียงพอสำหรับครูบางคน ที่จะสอนให้ครบทุกชุดหลักสูตร เนื่องจากหลักสูตร เปิดโอกาสให้ยืดหยุ่นได้ ดังนั้นการที่จะแก้ปัญหานี้ก็ก่อทำให้บางบทสั้นเข้าและนำบางบทไปรวมกับบทอื่น ๆ

๕. นักเรียนพบว่าหลักสูตรใหม่นี้ทำให้ตนมีความสามารถเพิ่มขึ้นหลายด้านเช่น

๕.๑ เพื่อพัฒนาแนวความคิดทางค่านิยมวิทยาศาสตร์

๕.๒ เพื่อประยุกต์เอาความรู้ทางค่านิยมวิชาไปใช้ในวิถีประจำวันของตนเอง

สรุป

ในปลายปี ๑๙๖๖ คณะสมาชิกของวิทยาลัยวิชาการศึกษา วิทยาลัยศิลปะ และวิทยาลัยการ
ได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นเพื่อจูนงหมายในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม

ของประเทศฟิลิปปินส์ คณะกรรมการชุดนี้ได้ถูกกระตุ้นโดยโครงการของ BSCS ของสหรัฐอเมริกา

ในด้านการปรับปรุงหลักสูตรของประเทศฟิลิปปินส์ ครั้งนี้ได้เลือกวิชาวิทยาศาสตร์ของ
BSCS มาเป็นแนวทางในการปรับปรุง ทั้งนี้เพราะชุดนี้เชื่อถือได้ คำนึงถึงเนื้อหา ซึ่งเหมาะสม
กับลักษณะของประเทศฟิลิปปินส์ทั้งธรรมชาติแวดล้อมแบบประเทศเกษตรกรรมและการในการปรับปรุง
ก็ง่ายกว่าประเทศอื่น ทั้งนี้เพราะประเทศฟิลิปปินส์ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาราชการ จึงสามารถ
คัดเอาตำราของ BSCS มาพิมพ์ใช้ได้เลย นอกจากเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ประกอบการสอน
บางอย่างเท่านั้น เช่นเปลี่ยนแปลงคู่มือปฏิบัติการทดลองของครูและนักเรียน เกี่ยวกับตัวอย่างพืช
และสัตว์ที่นำมาใช้ศึกษาปัญหาใหญ่ยิ่งในการดำเนินการสอนไปสู่ความสำเร็จก็คือการเตรียมตัว
ครูและนักเรียนให้คุ้นเคยกับวิธีการสอนแบบสอบสวนหาความจริง (Inquiry)

หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศอิสราเอล

ในประเทศอิสราเอล ก็เหมือนกับประเทศอื่น ๆ ที่เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างความก้าวหน้า
ทางการวิจัยกับค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ และระดับการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ซึ่งเป็นการ
ที่ค่อนข้างใช้พื้นที่นักมาก อันหนึ่ง

ทุกประเทศในโลกได้ตระหนักดีว่า มีความจำเป็นอันเร่งด่วนที่จะเพิ่มระดับความรู้
ทางค่านิยมวิทยาศาสตร์แก่พลเมืองของประเทศ ความรู้สึกอย่างนี้คล้ายคลึงกันนี้ได้แสดงออกมานี้ใน
หลายประเทศ ในจำนวนประเทศเหล่านั้น ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ประเทศอังกฤษ ได้ยกฐานะ
การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้สูงขึ้นก่อนประเทศอื่น ๆ สาขาวิชาที่สำคัญในกิจกรรมที่ทำก็คือ
คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา อีกหลายประเทศได้ประสมการจำแนกและบรรจุกระตุ้น

จาก ๒ ประเด็นนี้ โดยเฉพาะโครงการชีววิทยาของ BSCS ของสหรัฐอเมริกา กับโครงการชีววิทยา ของ Muffield ของอังกฤษ หลายประเทศได้พยายามปรับปรุง ภาวโครงการไปใช้ในประเทศของตน

เพื่อจะเพิ่มระดับของการสอนชีววิทยาในโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น กระทรวงศึกษาธิการของอิสราเอล ได้แต่งตั้งคณะกรรมการพิเศษขึ้นชุดหนึ่ง สำหรับสืบสวนในการนำเอาโครงการของ BSCS เข้ามาใช้ในชั้นมัธยมของอิสราเอลในปี ๑๙๖๓ (Hernandez, 1966: 101)

ความสำเร็จของคณะกรรมการนี้ดังนี้

๑. หาโอกาสให้ครูชีววิทยา ๕๐ คน ได้ทำความคุ้นเคยอย่างใกล้ชิดกับปรัชญาและวิธีการ approach ของโครงการ BSCS
๒. ถักเส้นใจที่จะปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาเล่มสี่เหลืองสำหรับการสอนในชั้นที่ ๙ และ ๑๐ ของระดับมัธยม

คณะกรรมการนี้มีความนึกเห็นว่าชุดสี่เหลืองของ BSCS เหมาะสมเพราะ

๑. ชุดสี่เหลืองมีวัสดุการสอนครบเต็มหรือมากกว่าหลักสูตร เกณฑ์เคยสอนมาแล้ว
๒. สามารถนำเอามาใช้ในการเปรียบเทียบ ความสำเร็จของเด็กในการเรียนหลักสูตร BSCS กับหลักสูตรเดิมได้ เพราะมีลักษณะใกล้เคียงกัน
๓. จัดตั้งคณะผู้ศึกษาเปลี่ยนแปลงขึ้นใหม่หน้าหรับนี้ครอบคลุมดังนี้
 - ก. เตรียมการคัดแปลง ตำราเรียน และคู่มือครู
 - ข. เตรียมอันคัมคามกันของการใช้ เพื่อให้ประเมินค่าความสำเร็จที่ได้ จากการทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้ชุดทดสอบแบบเดียวกับแบบของ BSCS และทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลทางสถิติเพื่อทราบค่าของผลลัพธ์และนำไปใช้ ถักเส้นใจในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งสำคัญบางวัน
 - ค. การทดลองใช้เร่งค้นในเกือบสี่สัปดาห์ ๑๙๖๓ และทดลองต่อไปอีก ๓ ปี
 - ง. เขียนชุดการทดลองขึ้นใหม่โดยการใช้การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เป็นระยะๆ

จากผลการทดลองที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าหลักสูตรที่ใช้ชั้นไม่การสอนจนภายใน ๒ ปี
 ดังนั้นจึงว่าเป็นจะต้องขยายเวลาออกไปเป็น ๓ ปี โดยเริ่มในชั้นที่ ๘, ๑๐ และ ๑๑ ส่วนใน
 ชั้นที่ ๑๒ นั้นจะสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้ที่มีความโน้มเอียงที่จะเรียนทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น
 สำหรับผู้มุ่งหมายอันนี้คิดว่า เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร BSCS ซึ่งเป็นหลักสูตรฉบับที่ ๒ ที่สูงขึ้น
 มีชื่อว่า " การหาปฏิกริยาต่อกันระหว่างการทดลองและแนวความคิด " ได้ถูกดัดแปลงมาใช้ในประเทศอิสราเอล
 อิสราเอลด้วย และจากการทดลองนี้เองพบว่าหลักสูตร BSCS ชุดนี้เหลือเหมาะสมสำหรับเด็ก
 ที่มีความสามารถสูงกว่าระดับปกติส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถน้อยจำเป็นจะต้องใช้หลักสูตรชีววิทยา
 BSCS อีกชุดหนึ่งมีชื่อว่า " แบบแผนและกระบวนการ " สำหรับผู้เรียนช้า

สรุป

ประเทศอิสราเอลได้ดัดแปลงตำราชีววิทยาของ BSCS ชุดนี้ให้เหลือส่วนนำไปทดลองใช้
 ทั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อต้องการนำไปเปรียบเทียบกับ ชีววิทยาที่สอนอยู่เดิมเพราะมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน
 เนื่องจากประเทศอิสราเอลเป็นประเทศที่อยู่ในทะเลทรายจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดัดแปลงภูมิประเทศ
 ให้พยายามหาวิธีที่จะปลูกพืชขึ้นให้มากที่สุดดังนั้นแนวการสอนชีววิทยา จึงมุ่งเน้นในด้านการเกษตรกรรม
 มากขึ้น จึงได้ดัดแปลงตำราชีววิทยาของ BSCS ให้เหมาะสมกับความต้องการอันนี้ เท่าที่ทราบ
 ขณะนี้ตำราชีววิทยาที่ใช้อยู่ในประเทศอิสราเอลนั้นเกือบจะไม่มีส่วนใดเหมือนกับชุดเดิมของ BSCS
 ที่ยังคงไว้ก็คือวิธีการสอน ว่าด้วยการสอบสวนหาความจริง (Inquiry)

บันทึกท้ายบท

๑. OECD เป็นองค์การสำหรับความร่วมมือและพัฒนาการทางด้านการธุรกิจ ได้จัดทำขึ้นภายใต้การลงนามในอนุสัญญา ที่กรุงปารีสในปี ค.ศ. ๑๙๖๐ ประกอบด้วย สมาชิกของประเทศองค์การความร่วมมือกันในด้านเศรษฐกิจของยุโรป กับประเทศแคนาดา และสหรัฐอเมริกา ตามอนุสัญญาได้กำหนดให้ OECD มีนโยบายในการส่งเสริมดังนี้.

๑. เพื่อทำให้สำเร็จในด้านการให้ความช่วยเหลือทางด้านการเจริญของเศรษฐกิจ และการงาน และเพิ่มระดับมาตรฐานของชีวิตความเป็นอยู่ในหมู่ประเทศสมาชิกให้สูงที่สุด ในขณะที่เดียวกันก็รักษาเสถียรภาพทางการเงินไว้ให้คงที่ การทำได้เช่นนี้จะเป็นการช่วยเหลือในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจของโลก

๒. เพื่อช่วยเหลือในการขจัดความเสี่ยงการขยายตัวทางด้านการธุรกิจในหมู่ประเทศสมาชิกให้ต่ำหรือต่ำกว่าประเทศที่ไปตั้งอยู่ในกระบวนการพัฒนาการทางเศรษฐกิจ

๓. เพื่อช่วยเหลือในการเผยแพร่การกระจายของโลกให้ออกไปโดยรอบ โดยไม่ขัดต่อข้อผูกมัดระหว่างชาติ

สมาชิกของ OECD ได้แก่ ออสเตรเลีย เบลเยียม แคนาดา เดนมาร์ก ฝรั่งเศส เยอรมันตะวันตก กรีซ ไอร์แลนด์ ไอร์แลนด์เหนือ อิตาลี ลักเซมเบิร์ก เนเธอร์แลนด์ นอร์เวย์ โปแลนด์ สเปน สวีเดน เปรู สหราชอาณาจักร และอังกฤษ

การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาชีววิทยาของไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยมี "แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๓" ซึ่งทรงบาทสมเด็จพระปิ่นทรมหาภูมิพลอดุลยเดช พระมหากษัตริย์ไทยองค์ปัจจุบันได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศใช้ตั้งแต่วันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๐๓ (ราชกิจจานุเบกษา ๒๕๐๓ ๑) เป็นหลักในการจัดการศึกษา แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๓ ดังกล่าววิวัฒนาการมาจากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๔๙๕ พ.ศ. ๒๔๙๘ และ พ.ศ. ๒๔๙๙ ตามลำดับ

ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๓ ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายในการให้การศึกษาวัยดังต่อไปนี้ (ราชกิจจานุเบกษา, ๒๕๐๓ ๓ - ๔)

๑. ได้รับความมุ่งหมายให้พลเมืองทุกคนได้รับการศึกษาตามควร เอกัตภาพเพื่อเป็นพลเมืองดี มีศีลธรรม และวัฒนธรรม มีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบ มีสุขภาพสมบูรณ์ มีจิตใจเป็นประชาธิปไตย มีความรู้ความสามารถที่จะประกอบอาชีพ และทำคุณประโยชน์แก่ประเทศชาติ

๒. กลุ่มครู กุลธิคาพึงได้รับการศึกษาอยู่ในโรงเรียนจนอายุ ๑๕ ปี บรรลุถึงเป็นอย่างน้อย

๓. กลุ่มครู กุลธิคาทั้งชวนชวายนหาความรู้และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์แก่งานของตนสืบไปในภายหน้า

๔. ในการจัดการศึกษานั้น ให้จัดการศึกษาเพื่อสนองความต้องการของสังคมและบุคคล โดยให้สอดคล้องกับแผนเศรษฐกิจและแผนการปกครองประเทศ เจเน

ก. จริยศึกษา ให้มีศีลธรรมและวัฒนธรรม มีวิริยอุตสาหะ เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมยิ่งกว่าประโยชน์ส่วนตัว

ข. พลศึกษา ให้มีความสุขภาพสมบูรณ์ทั้งทางกายและทางจิต กับทั้งมีน้ำใจเป็นนักกีฬา

ก. พุทธิศึกษา ให้มีความรู้ วิชาการ มีคุณ เพื่อการดำรงชีวิต

ง. หัตถศึกษา ให้มีกึ๋นสืบและความขยันหมั่นเพียรในการใช้มือปฏิบัติงานเพื่อเป็นรากฐานของการประกอบสัมมาอาชีพ

เมื่อปีแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่แล้ว กระทรวงศึกษาธิการจึงได้ประกาศใช้หลักสูตรประโยคประถมศึกษาตอนต้นและตอนปลายและหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย พุทธศักราช ๒๕๐๓ รวม ๔ ฉบับ เพื่อบังคับใช้เป็นไปตามแผนการศึกษาแห่งชาตินั้น

ตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลายได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ร่วมกัน (โดยมิได้แยกออกเป็นความมุ่งหมายเฉพาะ ของแขนงฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาไว้โดยเฉพาะ) ดังนี้

ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๓ ๓)

๑. ให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และให้ฝึกหัดในการใช้วัสดุทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นพื้นฐานที่จะศึกษาในชั้นสูงต่อไป

๒. ให้เป็นพื้นฐานที่จะช่วยในการประกอบอาชีพ

๓. ให้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตและความสงบสุขของสังคม พร้อมทั้งให้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่

๔. ปลุกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์

๕. ให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

๖. ให้รู้จักสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

ให้เลือกเรียนวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ เพียง ๔ แขนง จากฟิสิกส์ ๓ แขนง คือ กลศาสตร์ ความร้อนแสงเสียง แม่เหล็กไฟฟ้า เคมี ๑ แขนง และชีววิทยา ๑ แขนง

หลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญทุกถ่วงนี้ เริ่มมีผลใช้บังคับ ตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๐๕ โดยเริ่มในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ก่อน (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๓ ๑-๒)

นับรวมถึงปัจจุบันเป็นเวลานานถึง ๔ ปีแล้ว โดยมีได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่เนื่องจากการจัดหลักสูตรมีหลักสำคัญอย่างหนึ่งว่าห้องจัดให้สอดคล้องกับสภาพของสังคมในท้องถิ่น (ช่าง บัณฑิต, ๒๕๐๔ ๒๗) ซึ่งสำหรับสภาพของสังคมในปัจจุบันเป็นที่ประจักษ์ชัดว่าได้เจริญก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพของสังคมใน ๑๐ - ๒๐ ปี ก่อนอย่างมาก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงด้านวิชาการด้วย โดยเฉพาะวิชาชีววิทยาได้มีการปรับปรุงหลักสูตร วิธีการสอนและการวัดผลให้สอดคล้องกับความรู้ความเจริญก้าวหน้าทางวิชาการที่เกิดขึ้น สำหรับประเทศไทยก็มีการเคลื่อนไหวในการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงอยู่บ้าง แต่ยังมีได้ผลคืบหน้าเท่าที่ควร และผลจากการเรียนการสอนยังมีได้ผลตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้จึงควรจะได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจังเกิดขึ้นได้แล้ว

กำเนิดหลักสูตรชีววิทยาและการพัฒนาของหลักสูตรชีววิทยาของไทย

การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ถ้าจะสืบย้อนกลับไปตามประวัติการศึกษาจะเห็นว่าได้เริ่มใช้คำว่า " วิทยาศาสตร์ " เป็นครั้งแรกในหลักสูตร พ.ศ. ๒๔๖๔ ก่อนหน้านั้นแม้ว่าจะมีวิชาที่สอนอยู่ก็เรียกเป็นอย่างอื่นเป็นต้นว่า บทเรียนว่าด้วยของวิทยาการ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติศึกษา และศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๔ ก ๑๒๓) อย่างไรก็ตามวิชาวิทยาศาสตร์ก็เกิดขึ้นภายหลังวิชาอื่น เช่นภาษาไทย และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพราะเมื่อปี พ.ศ. ๒๔๑๔ ในสมัย ร. ๕ ซึ่งนับว่าเป็นศักราชใหม่แห่งการศึกษาในประเทศไทย ได้มีคำสั่งให้มีการสอนวิชาที่เรียกว่าไตรภาค คือ อ่าน เขียน และคิดเลข เป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๔ ก. ๑)

เหตุที่วิชาวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นล่าช้ากว่าวิชาอื่น ๆ นั้น จรูญ วงศ์สายันต์ (กรมวิชาการ, ๒๕๐๔ ว.บ ๑ - ๑) ได้ให้เหตุผลไว้บางประการว่า

๑. ไม่มียุติสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะว่าคนสมัยก่อนผู้ที่มีความรู้ก็ออกมาเปรียญที่สำเร็จจากวัด ซึ่งก็ศึกษาแต่ทางภาษาและตำนาน ต่อเมื่อมีผู้ไปศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศกลับมาถึงได้เริ่มงานกัน ทำให้ช้ากว่าแขนงอื่น

๒. ไม่รู้ถึงความจำเป็นของวิชาวิทยาศาสตร์แต่คำนึงถึงปัญหาอิสระภาพของบ้านเมือง

มากกว่า ความจำเป็นทำให้ต้องศึกษาถึงกฎหมายก่อน พวกเจ้านายและลูกขุนนางถ้าไปเรียนเมืองนอกก็จะไปเรียนกฎหมาย การปกครอง หรือการทหาร ซึ่งเป็นอาชีพที่รุ่งเรืองมากในสมัยนั้น การแพทย์ไม่อยู่ในความนิยม คนไม่เห็นความสำคัญของโรงพยาบาล

การศึกษาทางตันวิทยาศาสตร์ซึ่งนับว่าเป็นครั้งแรกจริง ๆ ก็ได้ใช้เรียกชื่อว่า วิชาวิทยาศาสตร์ แต่ก็มีควาหมายในทางที่ว่า " เป็นการศึกษารื่องธรรมชาติด้วยวิธีสังเกตและทดลอง " เป็นส่วนหนึ่งของอารยธรรมตะวันตกที่ไทยรับเข้ามาปรากฏเป็นครั้งแรกในหลักสูตร พ.ศ. ๒๔๓๔ และมีอยู่ในชั้นสูงก่อน คือในประโยค ๓ ซึ่งเริ่มเรียนวิชาใหม่ ๆ แผนยุโรป กำหนดวิชาให้เรียนเรียกว่า ศาสตร์ โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติของโลก ตัวอย่างเช่นฝนตก พายุร้อน ในประโยค ๓ ชั้น ๑ ให้เรียน ๓๐ บท ชั้น ๒ ให้เรียนบทเรียนด้วยของมีใช้ศาสตร์ และ สัตว์ ชั้น ๓ ให้เรียนนิสืออลอยชั้นสูง (ด้วยสัตว์) ซึ่งปัจจุบันเรียก สรรวิชาอันเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์แขนงชีววิทยา ชั้น ๔ เป็นชั้นสูงสุดของประโยค ๓ สมัยนั้น ให้เลือกเรียนนิสืออลอย หรือมีเค้นส์หรืออิลิส (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๔ ก. ๑๒๓ - ๑๒๔)

ดังกล่าว่าข้างต้นจะเห็นได้ว่าชีววิทยามีความสำคัญมากวิชาหนึ่งเพราะจะเห็นว่าได้มีกำหนดให้เรียนวิชาชีววิทยา ถึง ๓ ปี ติดต่อกันในประโยค ๓ ต่อมาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงหลักสูตรตามเค้าโครงการศึกษาใหม่ วิชาชีววิทยาก็ยังมีความสำคัญเพิ่มขึ้นในชั้นชั้นๆ แทนที่จะสอนในชั้นสูงดังแต่ก่อน (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๔ ก. ๑๒๔ - ๑๔๐)

ในปี พ.ศ. ๒๔๔๔ ได้มีการเปลี่ยนแปลงประโยคต่าง ๆ เป็นประถม มัธยมและมัธยมสูง ซึ่งเทียบประโยคหนึ่ง เท่ากับระดับประถม ประโยค ๒ เท่ากับระดับมัธยม และประโยค ๓ เท่ากับระดับมัธยมสูงในระยะนี้ได้กำหนดให้เลือกเรียนชีววิทยา ถึงแค่ระดับประถม เช่น เกี่ยวข้าว ไข่ มะพร้าวและสัตว์ต่าง ๆ ระดับมัธยมก็ให้สอนส่วนต่าง ๆ ของสัตว์และส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้

ปี พ.ศ. ๒๔๕๒ ได้กำหนดหลักสูตรมูลศึกษาเป็นเบื้องต้นของประถมศึกษาชั้น ระดับมัธยมได้กำหนดหัวข้อให้เรียนไว้ในหลักสูตรดังนี้ คือ

" เรื่องการเปลี่ยนแปลงรูปตามภูมิประเทศอย่างง่าย ๆ การผสมเกสร การกระจาย

ของเมล็ด การงอกของเมล็ด เรื่องเนื้อของต้นไม้อย่างง่าย ๆ ความเจริญของต้นไม้
อาหารของต้นไม้ การเสพอาหาร การหายใจ การเพาะเมล็ด ต้นไม้สามัญ ๑๐ จำพวก
พรรณไม้เมืองไทย การยักย้าย วิถีบำรุงต้นไม้ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศ ดินต่าง ๆ
พรรณไม้สามัญที่เป็นอาหารและประโยชน์อื่น ๆ ถักหญ้าอย่างสามัญ

ปี ๒๔๕๖ ได้เปลี่ยนแปลงมูลนิธิศึกษาเป็นประถมศึกษาและเห็นขึ้นมาเป็นมัธยมศึกษา
หมด มีมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนกลาง และตอนปลาย ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเทียบเท่าประถม
ศึกษาเดิม คงใช้หลักสูตรเหมือนเดิม มัธยมตอนกลางให้เรียนสรีรวิทยาและสุขวิทยา มัธยม
ตอนกลางยังคงกำหนดวิชาพฤกษศาสตร์ไว้ในหลักสูตร

ปี พ.ศ. ๒๔๕๘ ได้เปลี่ยนวิชาหมวดวิทยาศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์ และบังคับให้เรียน
สรีรศาสตร์และสุขวิทยาในชั้นมัธยมศึกษาตอนกลาง

ปี พ.ศ. ๒๔๗๑ มีการแยกชั้นมัธยมตอนปลาย เป็น ๓ แผนก คือแผนกภาษา
แผนกกลาง และแผนกวิทยาศาสตร์ วิชาหมวดวิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงใหม่หมดโดยกำหนด
ให้มี ๙ แขนงวิชา ได้แก่ แม่เหล็ก-ไฟฟ้า เคมีสรีร มีเคมีคส์ ความร้อน - แสง - เสียง
ชีววิทยา พฤกษศาสตร์และโลหศาสตร์ ตอนนี้น่าสังเกตว่าวิชาหมวดชีววิทยาแยกสอนเป็นวิชา
ชีววิทยาวิชาหนึ่ง และพฤกษศาสตร์อีกวิชาหนึ่ง

ปี พ.ศ. ๒๔๘๐ กำหนดให้ชั้นประถมศึกษา สอนให้รู้จักพืชและสัตว์ที่เกิดขึ้นและเป็น
อยู่ใกล้ชีวิตมนุษย์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจสิ่งเหล่านั้นและให้ทราบว่าสิ่งเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับ
กับตนอย่างไรบ้าง มัธยมตอนต้นได้วางรายการสอนใหม่ มีเรื่องสัตว์ต่าง ๆ ที่ควรรู้จักรวม
อยู่ด้วย มัธยมตอนปลายยังคงกำหนดให้เรียนชีววิทยาและพฤกษศาสตร์

ปี พ.ศ. ๒๔๘๐ ได้จัดทำหลักสูตรเตรียมอุดมศึกษาขึ้น ได้ประกาศใช้ในปี พ.ศ. ๒๔๘๑
มีแผนกอักษรศาสตร์เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งมีเนื้อหาวิชาชีววิทยารวมอยู่ด้วย ส่วนแผนก
วิทยาศาสตร์ให้เรียนวิทยาศาสตร์แยกเป็นแขนง ๆ กำหนดวิชาชีววิทยาเป็นวิชาเลือก

ปี พ.ศ. ๒๔๘๓ ได้ปรับปรุงหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษาใหม่ในชั้นประถม
ศึกษาได้กำหนดรายการสอนไว้ให้เรียน กำหนดการทรงอยู่และการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์

ตามฤดูกาล ผลิตภัณฑ์ที่ก้าวกระโดดที่ในวงการงานของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องอยู่ด้วยผลิตภัณฑ์เหล่านั้น ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นให้เรียนสิ่งที่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายยังคงเรียนเหมือนกับปี พ.ศ. ๒๔๔๐

ปี พ.ศ. ๒๔๔๔ ได้ปรับปรุงหลักสูตร เฉพาะชั้นเตรียมอุดมศึกษาและกำหนดให้เรียนวิชาชีววิทยาเป็นวิชาบังคับในแผนกวิทยาศาสตร์ ส่วนแผนกอักษรศาสตร์นั้นเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยกำหนดให้เรียนเนื้อหาเกี่ยวกับชีววิทยาของพฤกษศาสตร์ในชั้นปีที่ ๑ และสัตว์วิทยากับสัตวศาสตร์เป็นเรื่อง ๆ ไปในชั้นปีที่ ๒

ปี พ.ศ. ๒๕๐๓ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๔ ข ๔ - ๕) ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรระดับต่าง ๆ กันใหม่ ปีการประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช ๒๕๐๓ แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น ๔ ระดับ คือระดับอนุบาลศึกษา ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษา สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ได้แบ่งออกเป็น ๓ แผนก คือ แผนกศิลป์ แผนกวิทยาศาสตร์ และแผนกทั่วไป โดยเฉพาะแผนกวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ใหม่ นั่นคือต้องเลือกเรียนวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ดังนี้ แขนงชีววิทยา เคมี บังคับให้เรียน ส่วนแขนงฟิสิกส์ได้เลือกเรียน ๒ หมวด วากกลศาสตร์ แม่เหล็กไฟฟ้า ความร้อน - แสง - เสียง และบังคับให้เรียนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๑๑ ข ๓๒) อีก ๒ แขนงอะไรก็ได้ ส่วนแผนกศิลป์ และแผนกทั่วไปกำหนดให้เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ซึ่งมีชีววิทยาปนอยู่ด้วย

* ความเคลื่อนไหวในการที่จะนำเอาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS มาใช้

๑. มูลเหตุที่ประเทศไทยเข้าไปเกี่ยวข้องกับ BSCS

ถึงแม้ว่าเราเพิ่งจะประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่ เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๓ และจัดวางหลักสูตรชีววิทยาขึ้นใหม่ โดยประกาศใช้เบื้องต้นปีการศึกษา ๒๕๐๕ ก็ตาม แต่ก็เป็นที่ทราบกันว่าเรามีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงเฉพาะบางส่วนเท่านั้น เช่น ปรับปรุงจุดมุ่งหมายใหม่ให้เหมาะสมกับความนิยมในต่างประเทศและเหมาะสมสำหรับเฉพาะวิชา

ส่วนเนื้อหาที่มีการเพิ่มและตัดบางส่วนให้เหมาะสมขึ้นบ้าง ส่วนใหญ่จะอยู่ในแนวหลักสูตรเดิมของเมื่อ ๑๐ ปีที่แล้วมาและเห็นว่าเพิ่มใหม่อย่างเห็นได้ชัดก็ถือบังคับให้เรียนภาคปฏิบัติการด้วย อย่างไรก็ตามเราไม่ไ้มีการปรับปรุงตัวครูสอน ตำราเรียน วิธีสอนและการวัดผลเสียใหม่เพื่อนำไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้นผลที่ปรากฏออกมาจึงไม่ตรงตามจุดหมาย **จึงเป็นที่เชื่อ** แน่ว่าหลักสูตรของเราที่ใช้อยู่ยังไม่สมบูรณ์พอ ยังจะต้องแก้ไขกันอีกต่อไป

ในช่วงระยะ **ที่ประเทศเรากำลังประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่**นั้น ทางประเทศสหรัฐอเมริกาที่กำลังปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาใหม่เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากความก้าวหน้าทางวิชาการได้ก้าวหน้าไปมากขึ้นเป็นทวีคูณ ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเนื้อหาใบพินสมัยและอีกสาเหตุนึงคงเนื่องมาว่ากริสเซียสามารถส่งดาวเทียมสปุตนิกเข้าสู่วงโคจรโลกได้ก่อนสหรัฐฯ จึงเป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ของรัฐบาล ประชาชน ตลอดจนเสนาบดีต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ตื่นตัวคิดที่จะปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนใหม่ ดังนั้นสถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (AIBS) ซึ่งมีสมาชิกเป็นนักชีววิทยาถึง ๔๕,๐๐๐ คน ได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่งเรียกว่า BSCS ขึ้นในเดือน มกราคม ๒๕๐๒ เพื่อทำหน้าที่ศึกษาหลักสูตรชีววิทยายุกระดับชั้น โดยมุ่งจะช่วยเหลือให้การศึกษชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมมีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น (Schwab , 1963 : XI) และเพื่อให้สอดคล้องกับจุดหมายที่วางไว้ให้มีการนัดประชุมปรึกษากันเพื่อปรับปรุงวิธีการสอนให้ก้าวหน้าด้วย ผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วยนักชีววิทยาจากวิทยาลัยต่าง ๆ ครูที่สอนในโรงเรียนมัธยมและนักศึกษาระดับอื่น ๆ ที่ให้ความสนใจ การปรับปรุงครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากกองทุนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation)

BSCS ได้เริ่มงานครั้งแรกตั้งแต่ปี ๒๕๐๓ โดยได้เริ่มร่างหลักสูตร เขียนตำราเรียน คู่มือปฏิบัติ และเปิดทำการทดลองใช้อย่างกว้างขวางดังที่ทราบมาแล้ว ในบทก่อนปรากฏว่ามีประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมากกว่า ๔๐ ประเทศ ได้ให้ความสนใจอย่างมาก ดังนั้น BSCS จึงได้จัดเชิญผู้แทนจากประเทศต่าง ๆ มาร่วมประชุมครั้งแรกรวม ๕ ประเทศ มีประเทศไทยรวมอยู่ด้วยโดยให้คัดเลือกผู้แทนส่งเข้าประชุมในภาคฤดูร้อนตั้งแต่วันที่ ๑๕ มิถุนายน ถึง ๔ สิงหาคม ๒๕๐๔ โดยมีจุดหมายให้ผู้แทนจากประเทศที่รับเชิญมาร่วมงานกับ BSCS

ได้คัดเลือกตำราชุดใดชุดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับประเทศตนมากที่สุด นำไปดัดแปลงและ
แปลเป็นภาษาของตนเพื่อทดลองใช้สอนด้วย ผู้แทนที่ส่งไปนั้นต้องเป็นครูสอนวิชาใน
ชั้นเตรียมอุดมศึกษาหรืออาจารย์สอนวิชาในมหาวิทยาลัย BSCS ได้ตั้งหนังสือ
เชิญผ่านทางสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ทางสมาคมได้มอบให้ประธานสาขา
ครูวิทยาศาสตร์เป็นผู้คัดเลือกผู้แทนส่งเข้าร่วมประชุม (พาที เชี่ยววานิช และโรจน์
จะโนภาษ , ๒๕๐๘ : ก) โดยได้คัดเลือก ดร.พาที เชี่ยววานิช แห่ง คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และอาจารย์โรจน์ จะโนภาษ แห่งโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาเป็น
ตัวแทนของประเทศไทย เข้าร่วมประชุมดังกล่าว ตัวแทนทั้งสองท่านได้ตกลงใจเลือกชุด
สี่หนังสือสำหรับนำมาดัดแปลงและแปลออกเป็นภาษาไทย เนื่องจากได้พิจารณาเห็นว่าชุดสี่หนังสือ
มีแนวการสอนและนำนักเรียนเข้าสู่วิชาชีววิทยาล้ำกว่าที่ใช้อยู่ในเมืองไทย

ผู้แทนทั้งสองท่านนอกจากได้เข้าร่วมประชุมการปรับปรุงตำราแล้ว
ยังได้เข้าร่วมรับการอบรมครูที่ทดลองใช้ตำราของ BSCS ในปีการศึกษา
๒๕๐๔ - ๒๕๐๕ ซึ่งทาง BSCS จัดขึ้นนอกจากนั้น BSCS ยังได้ชักให้
ผู้แทนทั้งสองได้เยี่ยมดูการสอนของโรงเรียนตามศูนย์ต่าง ๆ ที่ทดลองใช้ตำราของ BSCS
โดยเปิดโอกาสให้ได้สังเกตสิ่งเหล่านี้.

๑. เกี่ยวกับการปรับปรุงวิธีการสอนว่า ควรจะสอนอย่างไรจึงจะช่วยให้ นักเรียน
มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

๒. เกี่ยวกับการจัดห้องวิทยาศาสตร์

๓. เกี่ยวกับการปกครองนักเรียนและการส่งเสริมนักเรียนที่มีสติปัญญาและมีลักษณะ
ได้มีโอกาสได้แสดงความสามารถของตน

๔. เกี่ยวกับหลักสำคัญในการรวมประชุมพิจารณาปัญหาต่าง ๆ ผลของการสังเกต
ต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการชีววิทยา เพื่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น.

๒. โครงการอบรมครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สายสามัญ)

ภาคฤดูร้อน ๒๕๐๖

หลังจากที่ ดร.พาที เชี่ยววานิช และอาจารย์โรจน์ จะโนภาษ ได้กลับพาประเทศ

ไทยแล้ว งานชิ้นแรกที่เริ่มลงมือทำก็คือ แปลและปรับปรุงบทปฏิบัติการชีววิทยา (Laboratory manuals) ชุดสีเหลือง (Yellow Version) ของ BSCS ออกเป็นภาษาไทยโดยได้รับทุนอุดหนุนจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในขั้นแรกได้เขียนลงในวารสารวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่ฉบับเดือน กรกฎาคม ๒๕๐๕ เรื่อยมาจนกระทั่งจบในที่สุดสมาคมก็จัดพิมพ์ชุดปฏิบัติการเล่มนี้ขึ้นเพื่อนำออกเผยแพร่

เนื่องจากแรงผลักดันเกี่ยวกับงานของ BSCS นี้เองเป็นเหตุทำให้ครูวิทยาศาสตร์ของสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย จัดโครงการอบรมครูสอนวิทยาศาสตร์ภาคฤดูร้อน ปี ๒๕๐๖ ขึ้นที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยจัดแยกออกเป็นสาขาวิชาเคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์และได้เชิญครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ล้วนกลางและส่วนภูมิภาคเข้ารับการอบรม เฉพาะแขนงชีววิทยาได้นำเอาชุดปฏิบัติการของ BSCS ที่แปลไว้มาเป็นแนวในการอบรม

เมื่อจบการอบรมแล้วทางสมาคมได้มอบหนังสือชีววิทยาสีเหลือง ให้กับประกอบด้วยตำราเรียนคู่มือปฏิบัติการและคู่มือปฏิบัติการสำหรับครูให้ครูอบรมคนละ ๑ ชุด พร้อมทั้งฝากความหวังกับโรงเรียนที่เข้าอบรมที่เข้าอบรมนำเอาชุดปฏิบัติการที่แปลขึ้นไปทดลองใช้ด้วยความความสมัครใจ ซึ่งปรากฏว่ามีโรงเรียนหลายแห่งได้นำไปทดลองใช้ ผลของการทดลองเท่าที่ทราบปรากฏว่าส่วนใหญ่ใช้ไม่ได้ผลเต็มที่ ผู้เขียนคิดว่าทั้งนี้คงเนื่องมาจาก

๑. บทปฏิบัติการชุดนี้ใช้สอนตามแนวใหม่โดยให้เด็กหัดคิดแล้วสรุปคำตอบเอง เนื่องจากเด็กไทยไม่เคยชินกับวิธีการเรียนแบบนี้มาก่อน จึงนับว่าเป็นอุปสรรคที่สำคัญอันหนึ่ง

๒. ครูผู้สอนยังขาดทักษะในการสอนวิธีนี้ จึงเป็นเหตุทำให้กำเนินการสอนไปด้วยความยากลำบาก

๓. ขาดอุปกรณ์ในการทดลอง ทั้งนี้เพราะอุปกรณ์และสารเคมีบางชิ้นที่ต้องการใช้ราคาค่อนข้างแพง

๔. เนื่องจากการสอบไล่ปลายปีต้องใช้ข้อสอบของกระทรวง ทางโรงเรียนจึงไม่อาจใช้บทปฏิบัติการที่ทดลองนี้ได้เต็มที่ ในที่สุดก็หันกลับไปใช้บทปฏิบัติการของกระทรวง

คาบเดิม

ถึงแม้ว่าการทดลองใช้บทปฏิบัติการชุดสี่เหลี่ยมของ BSOS จะไม่ประสบความสำเร็จตามที่ควร แต่ก็พอจะสรุปได้ว่า " เนื้อหาของบทปฏิบัติการชุดนี้บางเรื่องสูงกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ควรเหมาะกับมหาวิทยาลัย ปีที่ ๑ มากกว่า " พานี เรือวานิช ๒๕๐๔ : ๑) อย่างไรก็ตามทั้งบทปฏิบัติการและภาคทฤษฎีที่กำหนดทดลองใช้กับนิสิต ปีที่ ๑ ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในขณะนี้

๓. การประชุมสัมมนาครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(สายสามัญ) และศึกษานิเทศก์ฝ่ายวิทยาศาสตร์

เนื่องจากกรมวิชาการได้พิจารณาเห็นว่าในปัจจุบันนี้ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าไปมาก ควรจะปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับความก้าวหน้าทางวิชาการในปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้จัดให้มีการประชุมสัมมนาครูสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญและศึกษานิเทศก์ฝ่ายวิทยาศาสตร์ ขึ้นเมื่อวันที่ ๒ - ๑๒ พฤษภาคม ๒๕๐๔ โดยจังหวัดอุตรดิตถ์ครั้งนี้ (กรมวิชาการ, ๒๕๐๔ : ๑-๕)

๑. พิจารณาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ฉบับพุทธศักราช ๒๕๐๓

๒. เสนอแนะในการแก้ปัญหาการใช้หลักสูตร ดังกล่าวในข้อ ๑

๓. ยกร่างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ฉบับใหม่ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการใช้หลักสูตรใหม่

๔. เพื่อให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

เพื่อให้การประชุมสัมมนาครั้งนี้ได้ผลตามความมุ่งหมายที่ต้องการ ทางกรมวิชาการได้ดำเนินงานเป็นขั้น ๆ ดังนี้

๑. กรมวิชาการได้ดำเนินงานขั้นแรกโดยเสนอกระทรวงศึกษาธิการให้แต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุง การสอนวิทยาศาสตร์ขึ้น กระทรวงได้แต่งตั้งคณะกรรมการชุดนี้ขึ้นตั้งแต่วันที่ ๑๔ เมษายน ๒๕๐๔ คณะกรรมการได้เริ่มพิจารณาหลักสูตรมัธยมศึกษา

ตอนปลายก่อน เนื่องจากเห็นว่าระดับนี้มีปัญหามากกว่าระดับอื่น ๆ และคณะกรรมการ
ได้จัดทำข้อเสนอแนะกระทรวงว่า หลักสูตรใหม่ควร เปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนครบทุก
แขนงวิชา

๒. กรมวิชาการร่วมกับคณะกรรมการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์โดยจัดทำแบบ
สอบถามขึ้นในปลายปี ๒๕๐๔ เพื่อสอบถามครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งนี้เพื่อ
อาศัยข้อมูลจากแบบสอบถามมาเป็นประโยชน์ในการเตรียมการสัมมนา

๓. คณะกรรมการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการขึ้น
๔ คณะ เพื่อทำหน้าที่พิจารณาจัดร่างหลักสูตร วิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ในระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย สายสามัญ โดยให้อาศัยการค้นคว้าหลักสูตรของประเทศต่าง ๆ และเอกสารต่าง ๆ
ซึ่งกรมวิชาการ และคณะกรรมการได้จัดทำมาให้ โดยร่างหลักสูตรที่จัดทำขึ้นนี้ให้เป็นเอกสาร
เพื่อเป็นหลักในการประชุมสัมมนา.

๔. กรมวิชาการได้ขออนุมัติแต่งตั้งกรรมการดำเนินงานสัมมนาครูที่ทำการสอน
วิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและศึกษานิเทศก์ฝ่ายวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย
บุคคลในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ คณะกรรมการชุดนี้ได้จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับ
หลักสูตร เพื่อให้ผู้สัมมนาได้ศึกษาค้นคว้า และได้ขอความร่วมมือจากมูลนิธิเอเซีย ให้ช่วยจัดหา
แบบเรียนวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งคู่มือครู และคู่มือปฏิบัติการทดลองในแขนงวิชาต่าง ๆ ให้โดย
คิดเป็นเงินถึง ๔๐๐ ดอลลาร์ (๑๔๐๐๐ บาท)

๕. การเชิญตัวผู้ร่วมสัมมนา ผู้เข้าสัมมนาได้แก่ครูที่สอนวิทยาศาสตร์ในทุกระดับที่
มีประสบการณ์ในการสอนมากพอ และมีผู้ตั้งแต่วิทยาศาสตร์ขึ้นไปรวมทั้งสิ้น ๑๖๐ คน ตาม
รายการดังนี้.

ก. ส่วนกลาง	ครูโรงเรียนรัฐบาล	๕๖ คน
	ครูโรงเรียนราษฎร์	๑๑ คน
	ศึกษานิเทศก์	๙ คน
ข. ส่วนภูมิภาค	ครูโรงเรียนรัฐบาล	๑๑ คน
	ครูโรงเรียนราษฎร์	๔ คน

ค. ผู้สังเกตการณ์	กรรมการฝึกหัดครู	๑๑ คน
	กรรมการวิชาการศึกษา	๑๐ คน
	กรรพวิสามัญศึกษา	๔ คน

ง. ที่ปรึกษา จากสถาบันฝึกหัดครูต่าง ๆ ๔๑ คน

๖. การดำเนินการสัมมนา ได้เริ่มจัดให้มีการประชุมสัมมนาตั้งแต่วันที่ ๒ - ๑๒

พฤษภาคม ๒๕๐๙ ณ ห้องประชุมศูนย์วัดศุภการศึกษาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ หลังจากพิธีเปิด
สัมมนาสิ้นสุดลงแล้ว ผู้เข้าสัมมนาได้เข้าร่วมประชุมกันทั้งหมด เมื่อจัดเลือกประธาน รองประธาน
เลขานุการ และผู้ช่วยเลขานุการในการสัมมนา ต่อจากนั้นผู้เข้าร่วมสัมมนา ได้แยกไปประชุม
๔ กลุ่ม คือกลุ่มเคมี ๑๙ คน กลุ่มชีววิทยา ๑๔ คน กลุ่มฟิสิกส์ ๓๕ คน กลุ่มวิทยาศาสตร์
ทั่วไป ๒๓ คน และแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้พิจารณาในเรื่องต่อไปนี้.

๑. ปัญหาเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม

๒. ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ปัญหาในข้อ ๑

๓. จัดทำร่างหลักสูตรของแต่ละแขนงวิชา โดยพิจารณาจากร่างหลักสูตรที่คณะกรรมการ
กรรมการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์จัดทำขึ้น

๔. จัดทำข้อเสนอแนะประกอบการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับใหม่ เมื่อแต่ละกลุ่ม
ดำเนินงานเสร็จสิ้นแล้ว จะนำเข้าสู่การพิจารณาในที่ประชุมใหญ่ และคณะกรรมการดำเนินการ
งานการสัมมนาจะให้นำเสนอกระทรวงศึกษาธิการต่อไป.

ความคิดเห็นที่ได้จากการสัมมนาของกลุ่มชีววิทยา (กรมวิชาการ, ๒๕๐๙ : ๑๔ - ๒๐)

ก. ความเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยามัธยมศึกษา ๒๕๐๓

๑. เน้นในเรื่อง morphology มากเกินไป ทำให้นักเรียนต้องเรียนโดยอาศัย
การท่องจำ

๒. มี classification ละเอียดยเกินไป บางตอนล้าสมัย

๓. มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันน้อยเกินไป

๔. การลำดับเนื้อหาของหลักสูตรไม่ค่อยต่อเนื่องกัน

๕. การแยกภาคปฏิบัติออกเป็นอีกวิชาหนึ่งนั้น นักเรียนส่วนมากไม่สามารถนำภาค-

ปฏิบัติมาสัมพันธ์กับภาคทฤษฎีที่เรียนมา วิจารณ์ รวม ภาคทฤษฎีและปฏิบัติไว้ด้วยกัน
โดยจัดให้มีการปฏิบัติการหรือการสาธิตพร้อมกันไปกับการสอนภาคทฤษฎี

๖. เนื่องจากเนื้อหาของหลักสูตรนั้น เฉพาะอย่าง ไม่เน้นด้านการเปรียบเทียบและการสอนก็เป็นแบบให้ท่องจำเป็นส่วนใหญ่ ไม่สนับสนุนให้นักเรียนค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนส่วนมากไม่รู้จักการเปรียบเทียบหรือประมวลความรู้เข้าใจเป็นหมวดเป็นหมู่ ทำให้ไม่เกิดความเข้าใจวิชาชีววิทยาอย่างแท้จริง

๗. หลักสูตรเก่ามีประวัติการค้นคว้าและทดลองของนักวิทยาศาสตร์สมัยก่อนน้อยเกินไป การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงทำได้ไม่เต็มที่ ถ้านักเรียนได้ศึกษาเรื่องประวัตินี้แล้ว นักเรียนจะไ้ทราบข้อบกพร่องต่าง ๆ ของนักวิทยาศาสตร์สมัยก่อนว่ามีอย่างไร และนักวิทยาศาสตร์สมัยต่อมา แก้ข้อบกพร่องนั้นอย่างไร ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไป

๘. แนวที่ใช้ในการร่างหลักสูตรฉบับใหม่

๑. มุ่งหมายที่จะสอนให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ตรงตามความมุ่งหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์

๒. เพิ่มการปฏิบัติการและการสาธิตให้สอดคล้องไปกับภาคทฤษฎี

๓. ลดเนื้อหาที่เกี่ยวกับการท่องจำลง

๔. บรรจุเรื่องราวที่แสดงความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันและการค้นคว้าที่น่าสนใจและทันสมัยต่อเหตุการณ์ปัจจุบันไว้ในหลักสูตร

๕. เรียบเรียงเนื้อเรื่องให้เป็นไปตามลำดับและให้มีความต่อเนื่องกัน

๖. บรรจุประวัติการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตร เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น

จากการพิจารณาดังกล่าว คณะกรรมการร่างหลักสูตรได้พิจารณาเลือกหนังสือ BSC๖ เป็นแนวทางร่างหลักสูตรฉบับใหม่

คณะกรรมการร่างหลักสูตรชีววิทยาได้พิจารณาเลือก Yellow Version เป็นแนวทางเพราะ Yellow Version ใช้ Cellular Approach โดยเน้นหนัก

เรื่องสรีรวิทยาและการวัดขนาดการและส่วนมากเนื้อหาคล้ายคลึงกับ หลักสูตรฉบับ
พุทธศักราช ๒๕๐๓ จึงเห็นเหมาะสมในการนำมาใช้กับประเทศไทย

และการปรับปรุงหลักสูตรได้เป็นไปตามแนวของ Yellow Version
จะเป็นการง่ายในการฝึกอบรมครู เนื่องจากสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้
เคยอบรมการสอนชีววิทยาคตาม Lab Guide ของ Yellow Version มาแล้ว

ส่วนดีของ Yellow Version ของ BSCS ก็คือได้ผ่านการทดลองใช้
เพื่อปรับปรุงวิธีสอนให้ดียิ่งขึ้นแล้วในประเทศสหรัฐอเมริกาและมีการติดตามผลอย่าง
ใกล้ชิด เพื่อเน้นถึงวิธีสอนให้ดียิ่งขึ้นเนื้อหา

ค. โครงการทดลองใช้หลักสูตรฉบับใหม่มีดังนี้

กระทรวงควรจัดตั้งคณะกรรมการวางโครงการดำเนินการทดลองใช้
หลักสูตรฉบับใหม่และกลุ่มชีววิทยามีข้อเสนอแนะดังนี้

๑. โรงเรียนที่ทดลองใช้ควรทดลองใช้ทุกสาขาวิทยาศาสตร์ เพื่อความ
สะดวกในการตรวจสอบความสอดคล้องของหลักสูตรแต่ละสาขา

๒. ครูที่สอนในโรงเรียนที่ทำการทดลองต้องได้รับการอบรมทั้งภาควิชาการ
วิธีสอนและการวัดผลก่อนลงมือทดลอง การอบรมนี้ต้องเริ่มต้นภายหลังที่มีประมวลการสอน
คู่มือครูและแบบเรียนมาคร่าจนพร้อมแล้ว ระยะเวลาสำหรับการอบรมครูในแต่ละสาขา
ไม่ควรน้อยกว่า ๓ เดือน เป็นการอบรมเต็มเวลาที่มีการวัดผลและให้วิทยากรช่วย

๓. กรมวิชาการควรจัดตั้งคณะกรรมการจัดทำประมวลการสอน คู่มือครู
หนังสือแบบเรียน คณะกรรมการและอนุกรรมการยกร่างหลักสูตรการร่วมอยู่ใน
คณะกรรมการกฤษฎ

๔. การวัดผล มศ. ๔ ให้ครูผู้สอนทำการวัดผลเอง ส่วน มศ. ๕
ข้อสอบสำหรับโรงเรียนที่ทำการทดลองการออกโดยคณะกรรมการ ซึ่งคณะกรรมการ
ดำเนินการทดลองเป็นผู้เสนอต่อกระทรวง กระทรวงควรจะขอความร่วมมือจากสถาบัน
การศึกษาชั้นอุดมศึกษาให้ความยุติธรรมแก่นักเรียนที่ทดลองใช้หลักสูตรใหม่ด้วย

๔. การร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้านในองค์การ Seames

องค์การซีเมส (Seames - Southeast Asian Ministers of Education Secretariat) หรือสำนักงานเลขาธิการรัฐมนตรีศึกษาธิการแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ถือกำเนิดขึ้นมาจากการประชุมรัฐมนตรีศึกษาธิการ ของเอเชียที่กรุงเทพฯ เมื่อเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๐๔ (ม.ป.ป. มาลากุล, ๒๕๑๐ : ๒๕๒) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะร่วมมือกันในการศึกษาระหว่างประเทศสมาชิก เป็นสำคัญ องค์การนี้ได้เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๔ และในที่สุดก็ได้ตกลงวางโครงการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการศึกษาในภูมิภาคนี้ รวมทั้งหก ๑๐ โครงการคือ

๑. โครงการพัฒนาการศึกษาขั้นสูงระดับสูง
๒. โครงการศึกษาวิจัยเรื่องวิทยาศาสตร์ แขนงอื่น
๓. โครงการศึกษาและวิจัยเรื่องเกษตรศาสตร์ระดับสูง
๔. โครงการจัดตั้งศูนย์กลางเพื่อรวบรวมเรื่องเกี่ยวกับอุทกศึกษาทั้งหมด
๕. โครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
๖. โครงการพัฒนาการสอนวิชาภาษาอังกฤษ
๗. โครงการผลิตและจำหน่ายหนังสือ
๘. โครงการวิทยุและโทรทัศน์เพื่อการศึกษา
๙. โครงการผลิตอุปกรณ์การสอน
๑๐. โครงการพัฒนาการวางแผนกำลังคนและวางแผนการศึกษา

สำหรับโครงการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นั้น ประเทศสมาชิกได้ตกลงให้จัดตั้งศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งภูมิภาค (The Regional Centre of Education in Science and Mathematics) ^{ขึ้นที่} เมืองปีนังในมาเลเซียโดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ๒ ประการคือ

๑. ปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาในภูมิภาคนี้ โดยวิธีทางต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ (Thailand , 1967 : 1)

๑. การจัดอบรมครูประจำการ
 ๒. การเริ่มปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร
 ๓. การผลิตวัสดุประกอบการสอน
 ๔. การให้บริการแนะแนวในเรื่องนี้แก่ประเทศสมาชิก
๒. การวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

คณะกรรมการ ของศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งภูมิภาคดังกล่าว ได้เริ่มประชุมเป็นครั้งแรกเพื่อวางแผนดำเนินงานในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๑๐ โดยคณะกรรมการได้เสนอว่า ประเทศสมาชิกควรจะจัดให้มีการสัมมนาระดับชาติ เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศของตนขึ้นก่อนวันที่ ๑๐ สิงหาคม ปีเดียวกัน หลังจากนั้นคณะกรรมการ ของศูนย์จึงจะจัดสัมมนาระหว่างประเทศสมาชิก เพื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของแต่ละประเทศที่ได้จากการประชุมสัมมนาระดับชาติดังกล่าว ในวันที่ ๑๓ ถึง ๑๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๑๐

กระทรวงศึกษาธิการ ของประเทศไทยได้จัดสัมมนาระดับชาติขึ้นตามข้อ เสนอของ ศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เมื่อวันที่ ๙ ถึง ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๑๐ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริง เรื่องราวและข้อเสนอแนะข้อมูล ข้อเท็จจริง เรื่องราว และข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของประเทศตามแนวทาง กว้าง ที่ศูนย์ได้วางไว้แล้ว

ในการประชุมสัมมนาดังกล่าว ที่ประชุมได้ให้ข้อเสนอแนะทั้งนี้ต่อกระทรวงศึกษาธิการ ของประเทศไทยเอง และต่อศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งภูมิภาค

ข้อเสนอแนะที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งที่ประชุมสัมมนาได้เสนอให้กระทรวงศึกษาธิการ จัดตั้งศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย (Thai National Science and Mathematics Education Centre) เพื่อพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศ และเพื่อให้ทำงานประสานกับศูนย์การส่งเสริมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งภูมิภาค

จุดประสงค์และ ขอบข่ายงาน ของศูนย์นี้ ให้เป็นเช่นเดียวกับของศูนย์การศึกษา
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แห่งภูมิภาค แต่จำกัควงให้แคบกว่า เพื่อให้เหมาะสมกับ
ความต้องการของประเทศ

๕. การ จัดตั้งสถาบันแห่งชาติเพื่อพัฒนาและวิจัยการ สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

(Thai National Institute for Research and Development in Science
and Mathematics Teaching)

เนื่องจากรัฐบาลไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการ สอนวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์และผลที่จะป็นต่อกำลังคนทางเทคนิคในการพัฒนาประเทศ จึงได้แต่งตั้ง
คณะกรรมการ ชันรชหนึ่งให้พิจารณาจัดตั้งสถาบันแห่งชาติเพื่อพัฒนาและวิจัยการ สอน
วิทยาศาสตร์ ชันตั้งนี้โดยได้รับความร่วมมือจากองค์การ UNESCO (Thailand, 1967 : 69-70).

วัตถุประสงค์ของการจัดตั้งสถาบันแห่งชาตินี้คือ

๑. เพื่อติดตามแนวโน้มในการพัฒนาและการ วิจัยใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับเคมี ฟิสิกส์
ชีววิทยาและคณิตศาสตร์ให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเสมอ
๒. เพื่อส่งเสริมให้ครู วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้ตระหนักในความเปลี่ยนแปลง
ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นเหล่านี้
๓. เพื่อส่งเสริมการ วิจัยและการ ค้นคว้าทดลองแบบมี ใหม ๆ และส่งเสริมให้ครู
ในโรงเรียนมัธยมมีโอกาสร่วมมือในงานเหล่านี้ด้วย
๔. รวบรวมและเผยแพร่ความรู้ เกี่ยวกับวิจัยและการ สอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ให้แก่ครูและผู้วิจัย

สถาบันแห่งชาติจะ เริ่มดำเนินงานเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. ๒๕๑๓ ตาม
โครงการ ๒ ปี โดยจะร่วมมือกับมหาวิทยาลัยอย่างใกล้ชิด

โครงการจัดตั้งสถาบันเพื่อพัฒนาและวิจัยการ สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ดังกล่าวคาดว่าจะ เป็นการปรับปรุงการ ึกษาทางค่านวิทยาศาสตร์ ของประเทศไทยที่สำคัญยิ่ง

และจะบรรลุเป้าหมายที่สำคัญไว้ก่อน การนำเอาแนวสอแนะวิชาแผนใหม่มาใช้ใน
ประเทศไทยอย่างจริงจัง

๖. โครงการอบรมครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ฝ่ายสามัญ) ภาคฤดูร้อน

๒๕๑๓

ด้วยกรมวิสามัญศึกษาพิจารณาเห็นว่าปัจจุบันนี้เนื้อหาวิชาและแนวการสอนวิชาชีววิทยาได้พัฒนาและก้าวหน้าไปมาก ครูสอนชีววิทยาจึงควรจะได้เพิ่มพูนความรู้ในเนื้อหาวิชา วิธีการสอน การปฏิบัติการ การจัดทำอุปกรณ์การสอน เพื่อจะได้มีความเข้าใจสามารถติดตามความเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวทางวิชาการใหม่ ๆ และปรับปรุงการเรียนการสอนให้ทันสมัยยิ่งขึ้น นอกจากนี้เพื่อเตรียมการในการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยา ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน กรมวิสามัญศึกษาจึงได้จัดให้มีการอบรมครูสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (หน่วยศึกษานิเทศก์, ๒๕๑๓ : ๑-๒)

๑. เพื่อให้ครูได้มีโอกาสเพิ่มพูนความรู้ในวิชาชีววิทยาแผนใหม่
๒. เพื่อเป็นการเตรียมครูชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้เข้าใจจนเนื้อหาและวิธีสอนชีววิทยาแผนใหม่ สำหรับเป็นแนวทางในการร่วมกันปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาในโอกาสต่อไป

๓. เพื่อให้ครูได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ เห็นและประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

การอบรมครั้งนี้ทางกรมได้พิจารณาคัดเลือกครูสอนชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนรัฐบาลส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคจำนวน ๓๕ คน มีวัตถุประสงค์ว่าปรารถนาหรือสูงกว่ามา รับการอบรมเป็นเวลา ๑๔ วัน นับตั้งแต่วันที่ ๒๐ เมษายน ๔ พฤษภาคม ๒๕๑๓ โดยได้รับสถานที่อบรมของศูนย์ฝึกอบรมครู ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมวิสามัญศึกษา และมีวิธีกาหนดการอบรมดังนี้

๑. การอบรมใช้แนวของ BSCS และเน้นทางชีวเคมี การใช้สถิติ ข้อมูลในการสอนปฏิบัติการชีววิทยา นิเวศวิทยา

๒. ขึ้นในการดำเนินการอบรมใช้การบรรยาย การปฏิบัติการ อภิปราย และกิจกรรมนอกสถานที่

๓. การจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระทรวงศึกษาธิการได้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขึ้นโดยพระราชบัญญัติ จึงมีฐานะเป็นนิติบุคคล ภายใต้การควบคุมของคณะกรรมการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีปลัดกระทรวงศึกษาธิการ เป็นประธานกรรมการ มีอธิบดีกรมการฝึกหัดครู อธิบดีกรมวิชาการ อธิบดีกรมวิสามัญศึกษา อธิบดีกรมอาชีวศึกษา และเลขาธิการสมาคมการศึกษาระหว่างชาติ เป็นกรรมการโดยตำแหน่ง และจะมีกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งคณะรัฐมนตรีแต่งตั้งขึ้นอีกไม่เกิน ๖ คน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ฯ, ๒๕๑๔ : ๑-๓)

สถาบันจะดำเนินการภายใต้การควบคุมของผู้อำนวยการ และแยกออกเป็น ส่วนธุรการกับส่วนวิชาการ ส่วนวิชาการประกอบด้วยฝ่ายพัฒนา ฝ่ายดำเนินการ ฝ่ายการอบรม และฝ่ายทดสอบ ซึ่งจะมียานบังคับกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของการจัดตั้งสถาบันดังนี้

๑. ริเริ่มดำเนินการและส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยหลักสูตร วิธีสอน และการวัดผล การสอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีทุกระดับการศึกษา

๒. ส่งเสริมและดำเนินการฝึกอบรมครู อาจารย์ นิสิต และนักศึกษาเกี่ยวกับการสอนและวิธีการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

๓. ส่งเสริมวิธีการสอนและการทดลอง และดำเนินการค้นคว้าปรับปรุงและ ประดิษฐ์อุปกรณ์เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับ ความต้องการและกำลังทรัพยากรของประเทศ

๔. ส่งเสริมและดำเนินการค้นคว้าปรับปรุงและจัดทำแบบเรียน แบบฝึกหัด หนังสือ คู่มือ หนังสืออ่านประกอบและคู่มือครูเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศ

ดังนั้นสถาบันนี้จึงนับว่ามีหน้าที่กว้างขวาง แต่เป็นงานที่มุ่งหวังสถานะทางการให้ การศึกษาหาความรู้และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ^{ใน}ของประเทศไทยให้ทันต่อความก้าวหน้าในทาง

วิทยาศาสตร์ของโลก ให้เกิดความเหมาะสมของหลักสูตรตามหลักของนิเวศวิทยา(Ecology) ให้ใช้วิธีการสอนที่ถูกต้อง ก่อให้เกิดความสนใจและเชื่อมั่นในวิชาการ เพื่อให้เกิดผลดีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานของวิชาการที่จะนำมาซึ่งความเจริญของงานของบุคคลและการพัฒนาประเทศ ความสำเร็จของสถาบันนี้จะขึ้นอยู่กับความร่วมมืออันดีของท่านผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งจะต้องช่วยกันเพื่อให้งานดำเนินไปด้วยดีและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

๔. การประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาชีววิทยาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะดำเนินการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงหลักสูตรและประมวลการสอนสำหรับวิชาชีววิทยา จึงจัดให้มีการประชุมทางวิชาการขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ ฯ, ๒๕๑๔ : ๔-๖)

๑. เพื่อศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาชีววิทยา เพื่อศึกษาหาทางปรับปรุงให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์นิเวศวิทยาของประเทศ

๒. เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์และความคิดเห็นในระหว่างผู้ที่เคยทำการสอนวิชาชีววิทยาในระดับการศึกษาต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาตามข้อ ๑.

๓. เพื่อวางแผนที่จะร่างหลักสูตรต่อไป

การประชุมสัมมนาครั้งนี้ นับว่าเป็นก้าวใหม่สุดในวงการชีววิทยาของประเทศไทย หลังจากที่กรมวิชาการได้เคยจัดขึ้นครั้งหนึ่งในปี พ.ศ. ๒๕๐๘ แต่ต้องล้มเลิกไปเนื่องจากขาดงบประมาณที่จะนำมาใช้ดำเนินการ ผลที่ได้จากการประชุมครั้งนี้คงจะให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดร่างหลักสูตรขึ้นใหม่ เช่น ให้แนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แนวทางในการกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร แนวทางในการสอนชีววิทยาอันใหม่ เพื่อเป็นทางนำไปสู่ความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และได้กำหนดแนวทางในการวัดผลให้เป็นไปตามแบบ

ฉบับที่ควรจะเป็น หลังจากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะได้ดำเนินการ
จัดร่างหลักสูตรใหม่ต่อไป

สรุป

การสอนชีววิทยาในประเทศไทยได้ปรากฏในหลักสูตรครั้งแรกในปี พ.ศ. ๒๔๓๘
และเมื่ออยู่ในขั้นสูงก่อน ซึ่งเป็นวิชาใหม่ตามแผนยุโรป ในระยะแรก ๆ เราไม่ใช้คำว่า "ชีววิทยา"
แต่ใช้ชื่อเฉพาะของเรื่อง เช่น ฟิสิกส์ สัตว์ ฟิสิกส์ (สรีรวิทยา) สุขวิทยา เป็นต้น และมีการ
เปลี่ยนแปลงเรื่อยมาเพื่อให้เข้ารูปเข้ารอยยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่นับว่าน่าพอใจจริง ๆ นั้นมา
เริ่มในช่วงเวลา ๑๕ - ๒๐ ปีมาเอง ได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการสอนชีววิทยาทุกระดับ
ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงหลักสูตรชั้นมหาวิทยาลัย จุดประสงค์ก็เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์สอดคล้อง
กันในทุกระดับ แต่อย่างไรก็ดีการปรับปรุงแต่ละครั้งคงยึดวิธีจัดจากสูงลงสู่ต่ำเสมอ เนื่อง
จากการสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้นยังมีอิทธิพลของระดับมหาวิทยาลัยมาเกี่ยวข้อง
เนื้อหาจึงเปลี่ยนแปลงไปมาในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อให้เหมาะสมสำหรับเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับ
เรียนต่อในมหาวิทยาลัย การสอนชีววิทยายังเป็นภาคทฤษฎีมากเกินไป แต่ในระยะหลัง ๆ นี้ก็
ได้เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับหลักสูตรใหม่ปี ๒๕๐๓ ได้กำหนดให้เลือกเรียนชีววิทยาภาคปฏิบัติด้วย

อย่างไรก็ตามประเทศไทยก็มีการเคลื่อนไหวที่จะเปลี่ยนแปลงหลักสูตรอยู่เสมอ เช่น
เช่นสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้จัดอบรมครูสอนชีววิทยาภาคฤดูร้อนขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๐๐
และปี พ.ศ. ๒๕๐๒ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการของ
BSCS ในปี ๒๕๐๔ กรมวิชาการได้จัดให้มีการสัมมนาศึกษานิเทศก์และครูสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายขึ้นในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ หน่วยศึกษานิเทศก์ได้จัดอบรมครูสอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลายขึ้นในปี ๒๕๐๓ และในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ได้จัดให้มีการประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยาขึ้น นอกจากนั้นยังมีองค์การต่าง ๆ
ทั้งขึ้นมาเพื่อช่วยทำหน้าที่ส่งเสริมการสอนชีววิทยา เช่น องค์การ ซีเมส สถาบันเพื่อพัฒนาและ
วิจัยการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ภายใต้ความร่วมมือของ ยูเนสโก และสถาบันใหม่สุดคือ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นต้น

ดังนั้นการปรับปรุงการสอนชีววิทยาในประเทศไทย ถึงแม้จะมีโครงการในประเทศ ได้ช่วยเหลือและโครงการต่างประเทศหลายโครงการที่จะเป็นหลักในการศึกษาเปรียบเทียบ แต่ก็ยังมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องสร้างโครงการในการจัดวางหลักสูตรที่เหมาะสมกับประเทศไทย ขึ้นใหม่ ทั้งนี้เนื่องจากการสอนชีววิทยาเป็นการสอนถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ นั้น ระบบของสิ่งมีชีวิตย่อมแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมในธรรมชาติที่ต่างกัน ดังนั้นโครงการที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ ต้องเหมาะสมกับพืชและสัตว์ และสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องทำ และต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ อย่างน้อยก็ต้องเป็นครูสอนชีววิทยา นักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสาขาชีววิทยา โดยอาศัยการประสานงานและติดตามผล อย่างรอบคอบ

บันทึกท้ายบท

๑. รายชื่อประเทศสมาชิกผู้เริ่มก่อตั้งมีทั้งหมด ๖ ประเทศ คือ ประเทศไทย พิลิปปินส์ ลาว มาเลเซีย เวียดนาม และสิงคโปร์ แต่ในระยะต่อมา อินโดนีเซีย ได้ขอเข้าร่วมเป็นสมาชิกด้วย

บทที่ ๕

ข้อเปรียบเทียบระหว่างหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ชุดสี่เหลืองกับ

หลักสูตรชีววิทยาของไทยฉบับปัจจุบัน (๒๕๐๓)

หลักสูตรชีววิทยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่ ปี ๒๕๐๓ หลักสูตรฉบับนี้ความจริงแล้วก็ดัดแปลงมาจากหลักสูตรชั้นเตรียมอุดม (ม.๗ ม.๘) เดิม นั่นเอง หัวข้อเรื่อง (Content) ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วแทบจะไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลงเลย เพียงแต่เรียบเรียงหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ไว้ต่างที่กันเท่านั้น ส่วนเนื้อหาหรือรายละเอียดที่สอนที่กำหนดไว้ในประมาณการสอนที่กระทรวงฯ ทำให้ปรากฏว่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้าง โดยได้นำเอาความรู้และทฤษฎีที่ทันสมัยใหม่เพิ่มเข้าไปบ้าง แต่เนื้อหาส่วนใหญ่ก็ยังเหมือนเดิม คือเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับความวิวัฒนาการทางชีววิทยา และความรู้ทั่ว ๆ ไป ส่วนที่เห็นว่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัดในหมวดวิชาชีววิทยาที่กำหนดในหลักสูตรใหม่ก็คือได้เลือกเรียนชีววิทยาภาคปฏิบัติ ซึ่งแยกออกจากภาคทฤษฎี เฉพาะภาคทฤษฎีมีการชีววิทยาที่ใช้เป็นแบบเรียนโดยกระทรวงศึกษาธิการอนุญาตให้ใช้มีเพียง ๒ เล่ม เท่านั้น ซึ่งเรียบเรียงขึ้นโดยอาจารย์ที่สอนชีววิทยาในมหาวิทยาลัย ส่วนการที่ผลิตขึ้น โดยกระทรวงฯ ยังมีได้จัดทำขึ้นเหมือนว่าทฤษฎีแขนงอื่น ๆ เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงระยะเวลา ๕ - ๖ ปี ที่ผ่านมามีการทั้งสองเล่มได้เพิ่มเนื้อหาใหม่ ๆ เข้าไปมากทำให้เนื้อหาวิชาทันสมัยยิ่งขึ้น

ถ้าเราเอาจุดมุ่งหมายของการศึกษาวิชาชีววิทยาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรใหม่นี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๐๓ ม) นำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับหัวข้อเรื่องในหลักสูตร และเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในตำราเรียนกับนำเอาข้อเท็จจริงที่ปรากฏจากการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

ในปัจจุบันนำมาเปรียบกันจะพบว่า หัวข้อเรื่องและเนื้อหาเหล่านั้นรวมถึงวิธีสอนและการวัดผลยังไ้กรอบคลุมเพียงพอที่จะส่งเสริมให้เกิดสิ่งที่ต้องการตามจุดมุ่งหมายนั้น เรายังเรียนยังขาดพื้นฐานที่เพียงพอในการประกอบอาชีพ ยังไม่มีความเข้าใจเพียงพอในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันและความสงบสุขของสังคม ยังขาดการปลูกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ ยังขาดการส่งเสริมให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และยังขาดการปลูกฝังให้รู้จักรักษาและสงวนทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งความจริงทั้งหลายนี้จะเห็นได้จากสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน เช่นมีน้ำท่วมเกิดขึ้นทุกปี ในบางส่วนของประเทศอันเนื่องมาจากเราทำลายป่าและความจริงอีกอันหนึ่งก็คือผลเนื่องจากของประเทศเป็นโรคมหาพิษ และโรคขาดอาหารกันมาก เมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเช่นนี้จึงเป็นเหตุทำให้เกิดของโหวตขึ้นในหลักสูตร อันเป็นทางนำไปสู่ปัญหาทางชีววิทยาคงที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะได้มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรชีววิทยาเสียใหม่เพื่อให้จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และการวัดผล ได้สอดคล้อง และสัมพันธ์กันยิ่งขึ้น

เมื่อเรามีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนหลักสูตรชีววิทยาใหม่เพื่อให้เนื้อหาวิชา วิธีการสอน และการวัดผลได้ดำเนินไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ แทนทางซึ่งจะนำมาสู่ความสำเร็จอันนี้ค่อนข้างจะยากทั้งนี้เพราะการจัดวางหลักสูตรขึ้นนั้นต้องใช้บุคคลหลากหลายฝ่ายมาร่วมกัน เมื่อร่างเสร็จต้องนำเอาไปทดลองใช้ พร้อมทั้งทำการแก้ไขซึ่งใช้เวลาหลายปีและเสียค่าใช้จ่ายมาก เพื่อให้สะดวกง่ายและประหยัดที่สุด จึงควรเลือกหาหลักสูตรในต่างประเทศที่เราได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าเป็นหลักสูตรที่พอจะนำมาดัดแปลงใช้เป็นหลักสูตรของประเทศไทยต่อไปได้โดยหลักสูตรนั้น ๆ ควรจะได้มีการศึกษาและทดลองมาอย่างกว้างขวางรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องจนเกือบสมบูรณ์ที่สุด ในบรรดาหลักสูตรทั้งหลายในต่างประเทศจะเห็นว่าปีหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มีชื่อเสียงมากที่สุดที่สุดในศตวรรษที่ ๒๐ นี้ โดยผ่านการทดลองมาแล้ว ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ ทั่วโลกมากกว่า ๕๐ ประเทศ (Mayer ; 1970 : 12) กำลังดัดแปลงไปใช้เป็นหลักสูตรของตน

หลักสูตรชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มมีการเคลื่อนไหวอย่างน่าสังเกตระหว่าง ค.ศ. ๑๙๔๕ - ๑๙๕๕ โดยเฉพาะในปี ๑๙๕๕ สถาบันทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้จัดทำเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับวิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และหลักสูตรคณิตศาสตร์ของเด็กทุกระดับชั้นในสหรัฐ สถาบันต่างๆได้แต่งตั้งบุคคลให้ทำงานทางค่านิยม คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพแห่งสหรัฐอเมริกา (AIBS) ได้ตั้งคณะกรรมการขึ้นศึกษาหลักสูตรชีววิทยามีชื่อย่อว่า BSCS ขึ้น เพื่อปรับปรุงการศึกษาวิชาชีววิทยาของเด็กทุกระดับให้ดีขึ้น BSCS ได้ตั้งบุคคลขึ้นคนหนึ่งเพื่อมอบหมายให้ทำงานทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและในต่างประเทศ นักชีววิทยาหลายร้อยคนและครูชีววิทยาในระดับมัธยมปลายได้ติดต่อและทำงานร่วมกันกับชีววิทยาจากประเทศอื่น ๆ เพื่อจัดวางโปรแกรมของ BSCS ขึ้น งานของ BSCS นี้ได้รับการสนับสนุนทางการเงินจาก National Science Foundation

สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นสืบเนื่องมาจากการที่นักชีววิทยาได้ค้นพบว่าวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมของสหรัฐมีลักษณะดังนี้

๑. วิชาชีววิทยามีสอนเป็นส่วนน้อย
๒. ทฤษฎีและความรู้ต่าง ๆ ก็ล้าสมัย
๓. ขาดการลำดับเรื่องราวที่ถูกต้อง
๔. ไม่มีระเบียบแบบแผนเหมือนวิชาชีววิทยาในปัจจุบัน
๕. ไม่จกจำแทนที่จะใช้ความเข้าใจ
๖. ไม่มีการสืบสวนค้นคว้าตามธรรมชาติ ตามแบบของวิชาชีววิทยา
๗. ใช้การสอนแบบหลักเกณฑ์ไม่มีข้อพิสูจน์ (dogma) เป็นการรับฟังอย่างเดียวมากกว่า

แอนด์ริว (Andrews , 1964 : 3) ได้ให้เหตุผลไว้ว่า ความต้องการในการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยามีมากขึ้น ดังนั้นคณะกรรมการ BSCS จึงได้ชักชวนให้นักเรียนเข้าสู่วิชาชีววิทยาในแนวใหม่ ๆ (New approach) ขึ้นใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้บรรลุถึงความต้องการของเด็ก ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น BSCS

ได้ทำแนวนำนักเรียนเข้าสู่วิชาชีววิทยา ๓ แนว คือ ชุดสีเหลือง (Yellow Version) เน้นเรื่องเซลล์ ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งที่มีชีวิต ชุดสีเขียว (Green Version) นำนักเรียนด้วยการศึกษาเรื่องการดำรงชีวิตร่วมกันของพืชและสัตว์ และชุดสีน้ำเงิน (Blue Version) นำนักเรียนด้วยชีวเคมีและสรีรวิทยา ทั้งสามชุดนี้ก็นำไปใช้ทดลองอย่างกว้างขวางในโรงเรียนของประเทศไทย

BSCS ได้นำเอาวิธีการสอนแบบใหม่ออกทดลองสอนและได้รวบรวมวัสดุต่าง ๆ ไว้อย่างสมบูรณ์ดีกว่าแบบเก่ามาก การสอนแบบใหม่นี้เน้นถึงความรู้ คำศัพท์เฉพาะและผลการทดลองจากบทปฏิบัติการ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์ และวิธีการศึกษาค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์ (Hurd and Palmer , 1964 : 4) ดังนั้นประเทศต่าง ๆ จึงได้นำเอาชีววิทยาคำแนวของ BSCS รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ของ BSCS ไปปรับปรุงใช้ในประเทศของตน การปรับปรุงที่ได้ทำไปแล้วในประเทศโคลัมเบีย ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น และอีกหลายประเทศได้ทำการทดลองก็จะได้สำเร็จ นอกจากนั้นก็มีอีกหลายประเทศมีโครงการที่จะคิดแปลงไปใช้ในอนาคต (Andrews, 1964 : 3)

นอกจากเป็นชุดของ BSCS ยังมีวัสดุอุปกรณ์ (OECD , 1962 : 161) ที่ช่วยในการสอนอีกมากมายโดยมีอุปกรณ์สำหรับสอนเด็กหัดหรรษา ๆ โดยทั่วไป นอกจากนั้นยังมีชุดสำหรับเด็กเรียนช้าจะต้องออกไปประกอบอาชีพ และเด็กเรียนเก่งที่เลือกเรียนชีววิทยาเป็นวิชาเอกในชั้นวิทยาลัยต่อไป โดยเฉพาะหลักการของ BSCS เน้นว่า การสอนของเขาจะมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับครู ดังนั้นการเตรียมตัวครูจึงจัดขึ้นพิเศษ คือมีคู่มือครูในการสอนชีววิทยาซึ่งสร้างไว้โดยยึดหลักปรัชญาและวิธีในการสอนของ BSCS โดยเฉพาะและยังคงครอบคลุมไปถึงหลักสูตรในโรงเรียนฝึกหัดครูอีกด้วย นอกจากนั้นยังมี Newsletter พิมพ์ออกเผยแพร่ถึงวิธีวางแผนในการสอนของครูรวมทั้งความก้าวหน้าในการศึกษาวิชาชีววิทยาและที่ขาดเสียมิได้ก็คือจัดให้มีฟิล์มสำหรับช่วยในการสอนโดยเฉพาะเรื่องทำให้นักเรียนสะดวกในการเรียนการทำงานในห้องปฏิบัติการอีกถึง ๑๒๐ เรื่อง และเข้าใจว่าคงจะหาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

เป็นที่น่าสังเกตว่าการสอนชีววิทยาคำแนวของ BSCS ตามโรงเรียนมัธยมศึกษา

ตอนปลายในสหรัฐได้ผลมากกว่า ๕๐ / (Palmer, 1964 : 1) สิ่งนี้เป็นเกราะยืนยันได้อีกหลายประเทศในโลกเกิดความสนใจในการใช้โปรแกรมของ BSCS ไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับประเทศของตนต่อไป ประเทศไทยเราจึงควรที่จะได้นำเอาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS มาใช้บ้าง และถ้าปรับปรุงโปรแกรมนี้ได้เป็นผลสำเร็จ เนื้อหาวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของไทยจะไม่เพียงแต่ทันสมัยและสะท้อนให้เห็นสภาพการค้นคว้าชีววิทยาแขนงใหม่เท่านั้นแต่ยังแสดงให้เห็นว่ามีความคิดทางด้านปัญญา และวัตถุประสงค์อื่น ๆ ที่ขึ้นด้วย นอกจากนั้นสภาพของการสอนจะต้องเปลี่ยนไปโดยมีศูนย์กลางอยู่ที่การปฏิบัติและนักเรียนแทนที่จะเป็นครู การวัดผลก็จะต้องตามมาด้วยโดยวิธีการของ BSCS จะเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนเป็นผู้ทำการวัดผลเอง หรือไม่มีข้อสอบแบบมาตรฐานสำหรับใช้วัดผลจึงทำให้สามารถวัดได้ทุกด้าน มีชีวิตและความรู้และความจำอย่างเคียว เช่นกับวิธีการของไทยในปัจจุบัน.

ก่อนที่จะเรานำเอาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS มาดัดแปลงใช้ในประเทศไทย ผู้เขียนนิกรขอจะศึกษาถึงรายละเอียดของหลักสูตรนี้ เพื่อนำมาเป็นข้อเปรียบเทียบเทียบกับหลักสูตรของไทย ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมกว่าในลักษณะของการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาวิธีสอน และการวัดผล

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรชีววิทยาของไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้. เป็นหลักสูตรปี ๒๕๐๓ ซึ่งใช้กันมาประมาณสิบปีโดยยังไม่มีเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ความมุ่งหมายซึ่งกำหนดไว้ในการสอนชีววิทยาเป็นความมุ่งหมายอันเดียวกับความมุ่งหมายในการสอนวิชาชีววิทยาแขนงอื่น กล่าวคือ.

๑. ให้ความรู้ความเข้าใจในหลักทฤษฎีทาง วิทยาศาสตร์ และให้มีทักษะในการใช้วัสดุทางวิทยาศาสตร์สำหรับ เป็นพื้นฐานที่จะศึกษาในชั้นสูงต่อไป.
๒. ให้เป็นพื้นฐานที่จะช่วยในการประกอบอาชีพ.

๓. ให้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิต และความสงบสุขของสังคม พร้อมทั้งให้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่.
๔. ปลุกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์.
๕. ให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์.
๖. ให้รู้จักสงวนทรัพยากรธรรมชาติ.

ส่วนหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS นั้น สถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพของสหรัฐ (AIBS) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของโครงการ BSCS ขึ้นเพื่อ " ปรับปรุงการศึกษาทางด้านชีววิทยาในทุกระดับ " (Mayer , 1970 : 1) " เพื่อต้องการที่จะวัดเนื้อหาวิชาของหลักสูตรชีววิทยาที่ให้อ่านในปัจจุบัน. และเพื่อประสงค์จะสำรวจว่าวิชาชีววิทยานั้นควรจะเริ่มสอนให้แก่เด็กในอายุระดับใด และควรจะสอนอย่างไรจึงจะได้ผลดีที่สุด " (Andrews , 1964 : 2)

จุดมุ่งหมายโดยเฉพาะของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ไม่เกินกว่าว่า
 ดังนั้นจึงได้พยายามหาจุดมุ่งหมายในการสอนชีววิทยาที่อยู่ในเครือเดียวกันของ BSCS
 เช่นจุดมุ่งหมายที่ CUEBS (Commission on Undergraduate Education in the Biological Sciences) ซึ่งเป็นสำนักงานด้านการศึกษาทางชีววิทยาของสถาบันวิทยาศาสตร์ชีวภาพของสหรัฐ (AIBS) ได้กำหนดไว้ย่อ ๆ ดังนี้.

๑. ให้นักเรียนรู้จักตั้งปัญหาที่ชัดเจนในเรื่องต่าง ๆ ให้แก่ตนเองได้.
๒. ให้นักเรียนรู้จักวางสมมุติฐานที่จะอธิบายปัญหานั้น ๆ ได้.
๓. ให้นักเรียนรู้จักออกแบบการทดสอบสมมุติฐานที่สร้างขึ้นได้.
๔. ให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองและรู้จักเก็บข้อมูลที่เชื่อถือได้.
๕. ให้นักเรียนรู้จักจัดข้อมูลที่ได้ออกมาจากการทดลองให้เป็นหมวดหมู่และอยู่ในลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันอย่างถูกเรื่องถูกรว.
๖. ให้นักเรียนสามารถแปลความหมายที่รวบรวมออกจากข้อมูลที่จัดระเบียบแล้วให้หรือรู้จักสรุปความหมายสำคัญที่ถูกต้องของผลการทดลองออกมาได้ด้วยความรู้ความเข้าใจ ความรู้จากสาขาวิชาอื่น และความรู้เกี่ยวกับข้อบกพร่องผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการทดลอง.

๑. ให้นักเรียนสามารถสร้างทฤษฎีทั่วไป จากความหมายที่ได้นี้ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียง.

๔. ให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า รสชาติจะถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ของศิษย์รุ่นหนึ่งทราบไปก่อร่างมีประสิทธิภาพ

เนื้อหาวิชาในหลักสูตร

เนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรชีววิทยา ของไทยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ชุดสี่เหลี่ยม มีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้.

หลักสูตรชีววิทยาของไทย เรื่องและหัวข้อย่อย	หลักสูตรชีววิทยาของ BSCS เรื่องและหัวข้อย่อย
๑. สิ่งที่มีชีวิต และ สิ่งที่ไม่มีชีวิต ๒. เซลล์ - ทฤษฎีเซลล์ - โปรโทพลาสซึม - เซลล์ชนิดต่าง ๆ ๓. การแบ่งเซลล์ แบบต่าง ๆ ๔. ลักษณะเนื้อเยื่อของอวัยวะของพืช ๕. ส่วนต่าง ๆ ของไม้ดอก ๖. ราก ใบ ลำต้นของราก ๗. ออกซิโมซิน และการแพร่ ๘. ลำต้น ๙. ใบ - ความสำคัญของใบ - สังเคราะห์แสง - การหายใจ - การคายน้ำ	<u>ตอนที่ ๑ เซลล์</u> ๑. ชีววิทยาคืออะไร - ความหมายของชีววิทยา - สาขาวิชาใหญ่ของชีววิทยา - สาขาวิชาย่อยของชีววิทยา - ความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๒. กำเนิดของชีวิต - Abiogenesis and Spontaneous generation - Biogenesis - Reproduction ๓. เซลล์ - ประวัติการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องเซลล์ - ความหมายของเซลล์ - ทฤษฎีของเซลล์ - กำเนิดของเซลล์

๑๐. กอก

๑๑. ผล

๑๒. เมล็ด

๑๓. การเคลื่อนไหวของพืช

๑๔. การจับจำพวกพืชและสัตว์

๑๕. สหราชอาณาจักรเคียวลีเซีย

๑๖. บักเทรีย

๑๗. รา

๑๘. ยีสต์

๑๙. การจับจำพวกสัตว์

๒๐. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

๒๑. อะมีบา

๒๒. พารามีเซียม

๒๓. ไฮดรา

๒๔. ไส้เดือนดิน

๒๕. แมลง

๒๖. ปลา

๒๗. กบ

๒๘. ขั้วและระบบต่าง ๆ เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของสัตว์

๒๙. ความแตกต่างพืชและสัตว์

๓๐. กรรมพันธุ์ตามหลักของเมนเดล

๓๑. ความรู้เกี่ยวกับวิวัฒนาการโดยสังเขป

๓๒. การปรับตัวให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม

- โครงสร้างทั่วไปของเซลล์

- กลไกของชีวิต

- สารเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานของชีวิตของเซลล์

- สรีระของเซลล์

- การแบ่งเซลล์

๔. สมบัติของธรรมชาติ

- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในอดีตและปัจจุบัน

- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน

- ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

- ความหมายของสมบัติธรรมชาติ

ตอนที่ ๒ จุลินทรีย์

๕. จุลินทรีย์ต่าง ๆ

- Virus

- Bacteria

- จุลินทรีย์ซึ่งทำให้เกิดโรค

b. Fungi

- Slime mold

- True fungi

ตอนที่ ๓ ชีวิตพืช

๗. พืชสีเขียว

- พืชสีเขียวเริ่มปรากฏขึ้นในโลกเมื่อใด

- Algae (พืชสีเขียวซึ่งยังไม่เจริญ)

- Moss และ Liverworts (พืชบกซึ่งยังไม่มี vascular)

- z - Equisetum Lycopodium
Ferns และพืชมีดอก (พืชบกซึ่งมี
vascular tissue)

๘. การสังเคราะห์แสง

- ใบ (อวัยวะสังเคราะห์แสงของพืช)

๙. โครงสร้างและหน้าที่ของรากและลำต้น

- ลำต้น

- ราก

- การสะสมอาหารของพืช

๑๐. การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชมีดอก

- ชนิดของการสืบพันธุ์

- ดอก

- เมล็ด (Seed)

- การเจริญเติบโตของต้นอ่อน (Seedling)

- การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

- ชนิค tropism

๑๑. การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่

- วัตถุประสงค์

- ประวัติการจำแนกสิ่งมีชีวิต

- (Binomial nomenclature)

- การจำแนกพืชและสัตว์ในปัจจุบัน

ตอนที่ ๔ ชีวิตสัตว์

๑๒. สัตว์

- แหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต

- พืชและสัตว์เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

- การดำรงชีวิตของสัตว์โดยทั่วไป
- การดำรงชีวิตของสัตว์เซลล์เดียว
- การดำรงชีวิตของสัตว์หลายเซลล์
- การย่อยอาหารของสัตว์หลายเซลล์
- การลำเลียงอาหารที่ย่อยแล้วของสัตว์หลายเซลล์
- การหายใจของสัตว์หลายเซลล์
- การกำจัดของเสียของสัตว์หลายเซลล์
- การประสานงานภายในร่างกายของสัตว์หลายเซลล์
- โครงสร้างของสัตว์และการเคลื่อนที่ของสัตว์
- การสืบพันธุ์ของสัตว์
- การเจริญเติบโตของ Embryo ของสัตว์
(development of embryo)
- การวิเคราะห์การเติบโตของ Embryo

ตอนที่ ๕ การสืบต่อเนื่องทางกรรมพันธุ์

๑๓. การดำรงพันธุ์

- การดำรงพันธุ์ทาง Genetics

ตอนที่ ๖ วิวัฒนาการ

๑๔. วิวัฒนาการ

- กำเนิดและประวัติความเป็นมาของชีวิต

ตอนที่ ๗ นิเวศวิทยา

๑๕. โลกของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

วิธีการสอนชีววิทยา

วิธีการสอนชีววิทยาเท่าที่ปฏิบัติกันตามโรงเรียนมัธยมในประเทศไทย มักใช้วิธีบรรยายโดยครูเป็นผู้บรรยาย เด็กจดเองหรือครูบอกให้เด็กจด บางท่านก็อธิบายตามหนังสือ

หนังสือประกอบการ เรียนของ เด็กและการสอนของครูที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นตำราภาษาไทย มีอยู่ ๒ เล่มคือ. แบบเรียนชีววิทยาสำหรับประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์ ของศาสตราจารย์ ดร.คลุ้ม วัชรโบล เล่มหนึ่งและของศาสตราจารย์วิรุฬ สุวรรณกิติ อีกเล่มหนึ่ง ซึ่งตามโรงเรียนต่าง ๆ มักกำหนดให้เลือกใช้เล่มใดเล่มหนึ่ง ล้วนครูมักใช้คู่กันไป ทั้ง ๒ เล่ม การสาริการบรรยายมีบ้างในเรื่องที่หาอุปกรณ์ได้ครบ เนื่องจากให้เลือกเรียนภาค ปฏิบัติการด้วย การสอนจึงมักจะแยกออกเป็น ๒ ส่วน จากกันคือภาคทฤษฎีก็เรียนทฤษฎีล้วน ๆ ส่วนภาคปฏิบัติก็เรียนปฏิบัติการล้วน ๆ และมักเพ่งเล็งเพื่อให้เด็กทักษะและสามารถทำข้อสอบ ได้เป็นส่วนใหญ่.

นอกจากครูจะมีหนังสือแบบเรียนชีววิทยาทั้ง ๒ เล่ม เป็นหนังสือประกอบการสอน แล้วครูยังมีประมวลการสอนและยังมีคู่มือครูช่วยให้ทราบรายละเอียดและขอบเขตของเรื่องที่จะสอนว่ามีอะไรมานาน้อยแค่ไหน แต่เนื่องจากระบบการสอนของเราเป็นแบบข้อสอบรวม และมีสิ่งสำคัญยิ่งกว่านั้นก็คือ ผู้แต่งตำราทั้งสองท่านเป็นผู้ออกข้อสอบ อิทธิพลของการวัดผล เช่นนี้มีผลต่อวิธีการสอนของครู และวิธีการเรียนของเด็กมาก โดยครูจะยึดแบบเรียนทั้งสองเล่ม และข้อสอบเก่าเป็นแนวในการสอนมากกว่าประมวลการสอนและคู่มือครู เด็กก็ยึดวิธีเรียนแบบ เอง จำเป็นหลักเพราะข้อสอบมักจะถามแต่ความจำ.

ส่วนด้านการสอนตามวิธีของ BSCS นั้นได้กล่าวมาแล้วในมที่ ๒ คือ การสอนแบบวิธีสอบสวนหาความจริง (Inquiry) คือวิธีกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาด้วยความสนใจจากการสังเกตการณ์ของตนเอง นำไปสู่การสรุปคำตอบ โดยมีครูเป็นผู้ช่วยแนะแนวให้นักเรียน เห็นความสำคัญของปัญหาต่าง ๆ ทั้งในแง่ที่เกี่ยวกับหลักวิชาชีววิทยาและในแง่ประยุกต์ ผ่านรายละเอียดในการจัดลำดับเนื้อหาในการสอนนั้นควรรู้ให้ครูผู้สอนมีอิสระในการเลือกวิธีทาง และ กัดแปลงให้ เหมาะสมกับสถานะทางโรงเรียนและกับบรรณชาติในแต่ละท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าเอง นอกจากนั้นยังเปิดเรื่องช่วยสอนต่าง ๆ ใ้พัฒนาไปในแบบต่าง ๆ เพื่อ ทำให้กิจกรรมในห้องเรียน และห้องปฏิบัติการได้รับความนิยมสะดวกสบายยิ่งขึ้นเพราะมีวัสดุช่วยสอนหลายประการ เช่น.

ก. หนังสือชีววิทยาที่เขียนขึ้นมาสำหรับเด็กเรียนเองมีชื่อว่า " การกระทำกริยา ต่อกันของการทดลอง และแนวความคิด "

ข. หนังสือชีววิทยาสำหรับเด็กอ่อนมีชื่อว่า " แบบแผนและกระบวนการ "

ค. วัสดุที่เพิ่มขึ้นสำหรับให้นักเรียนได้ใช้ได้แก่ ๑. ปัญหาทางด้านการวิจัยของ BSCS มุ่งช่วยให้เด็กนำไปคิดกันนอกห้องเรียน ๒. ชุดนวนิยายฉบับกระเป๋เกี่ยวกับเรื่องทางชีววิทยา ๓. ชุดปฏิบัติการเฉพาะเรื่องของ BSCS เป็นชุดปฏิบัติการที่ต้องการให้เด็กหัดทำด้วยตนเอง

ง. วัสดุการสอนสำหรับครู เช่น ๑. หนังสือคู่มือครูชีววิทยาเป็นหนังสือเพิ่มความรู้พื้นฐานให้แก่ครู ๒. ภาพยนตร์ชุดเกี่ยวกับการสอบสวนหาความจริง (Inquiry Film) ๓. สไลด์ เกี่ยวกับกระบวนการสอบสวนหาความจริง ๔. BSCS Newsletter ลงข่าวเกี่ยวกับความสำเร็จ และความก้าวหน้าของ BSCS เพื่อให้ครูทราบ ๕. BSCS Bulletin Series เพื่อทำหน้าที่แนะนำและเตรียมพื้นฐานของครู ๖. มีข้อทดสอบชนิดต่าง ๆ สำหรับใช้วัดผล

วิธีการวัดผล

กระทรวงศึกษาธิการได้วางระเบียบว่าด้วยการวัดผลการศึกษาประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ พ.ศ. ๒๕๐๖ (กรมวิสามัญศึกษา ๒๕๐๙ : ๖) ซึ่งสรุปได้ดังนี้.

การวัดผลการศึกษาให้เป็นไปตามแนบดังนี้.

ก. สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ให้มีวิธีการดังนี้.

๑. ให้โรงเรียนเป็นผู้จัดสอบ
๒. ให้มีการวัดผลจากงานระหว่างปี และจากการสอบปลายปี
๓. ในการวัดผลจากงานระหว่างปีกำหนดให้มีคะแนนของแต่ละหมวดวิชาตามบัญชีหมายเลข ๑ ที่แนบมาด้วยระเบียบนี้ (กรมวิสามัญศึกษา ; ๒๕๐๙ : ๔) สำหรับผลงานระหว่างปีให้รวมถึงการสอบซ่อมด้วย

ข. สำหรับตัวประโยคให้มีวิธีการดังนี้.

๑. ให้กรมเป็นผู้สอบเอง
๒. ฯลฯ.

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการวัดผลเท่าที่ปฏิบัติการในระบับ ม.ศ. ๔ - ๕ ของไทยแยกออกเป็น ๒ ระดับ ดังนี้.

๑. การวัดผลระดับชั้น ม.ศ.๔ เป็นการสอบและการวัดผลที่แต่ละโรงเรียนจัดทำขึ้นเอง ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ ๒ ประการ คือ.

ก. การวัดผลลงานระหว่างปี ได้แก่การสอบย่อย การสอบประจำภาคการศึกษา หรือการสอบกลางปี และการให้ทำการปฏิบัติการในห้องทดลอง

ข. การสอบปลายปี ซึ่งโรงเรียนต่าง ๆ จัดสอบไม่เหมือนกัน กล่าวคือหลายโรงเรียนสามารถจัดสอบได้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แต่หลายโรงเรียนสอบแต่ภาคทฤษฎีอย่างเดียว โดยทดสอบความสามารถเชิงปฏิบัติการด้วยการสอบแบบข้อเขียน.

๒. การสอบ ม.ศ.๕ เป็นการสอบโดยใช้ข้อสอบร่วมซึ่งทางกระทรวงศึกษาธิการจัดทำขึ้น โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกโรงเรียนเป็นผู้แต่งข้อสอบ การสอบ ม.ศ.๕ มีลักษณะสำคัญ ๒ ประการคือ.

ก. เป็นการสอบวัดผลปลายปีแต่เพียงครั้งเดียว ไม่มีการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างปี

ข. ข้อสอบปลายปีแบ่งออกเป็นภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ แต่ภาคปฏิบัตินั้น ทดสอบความรู้โดยใช้การสอบแบบข้อเขียน ไม่มีการทดสอบความชำนาญโดยการปฏิบัติอย่างแท้จริง.

ลักษณะของข้อทดสอบในระยะที่เริ่มใช้หลักสูตรนี้ใหม่ ๆ มาในรูปของอัตนัย แต่ในระยะ ๔ ปีที่ผ่านมาข้อสอบมีแนวโน้มทางค่านิยมมากขึ้น แต่ก็ยังเป็นเพียงแบบเติมคำในช่องว่าง และอธิบายความหมายสั้น ๆ เท่านั้น ลักษณะของคำถามทั้งแบบอัตนัยและปรนัยเน้นหนักทางค่านิยมจำเป็นส่วนใหญ่ มีการทดสอบพฤติกรรมทางค่านิยมอื่น ๆ น้อยมาก จึงนับว่าการวัดผลที่ใช้ขณะนี้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลเข้าโรงนัก.

ส่วนการวัดผลตามวิธีของ BSCS นั้น แบ่งได้เป็น ๓ ลักษณะคือ.

๑. การวัดผลที่รวมทั้งหลักสูตร

๒. การวัดผลของข้อทดสอบเพื่อการปรับปรุงข้อทดสอบนั้นให้ดีขึ้น

๓. การวัดผลเพื่อหาค่าสูงสุดของโครงการใดโครงการหนึ่งโดยเฉพาะ

การวัดผลตาม ๓ ลักษณะนี้อาจแบ่งออกได้เป็น ๒ ชั้นคือ.

๑. การวัดผลเพื่อการจัดสร้างต่อไป เป็นการวัดผลของการใช้วัสดุระหว่างระยะ

๒. การวัดผลรวบยอด เป็นการวัดผลที่ปรับปรุงสมบูรณ์

นอกจากนี้ BSCS ยังมีข้อทดสอบหลายชนิดใช้สำหรับการวัดผลให้เหมาะสมกับความมุ่งหมายทั้งสองชั้นดังกล่าว.

๑. ข้อทดสอบรายปี ๔ ครั้ง (Quarterly Tests) และข้อทดสอบปลายปี สำหรับทุกชุด ข้อสอบชุดนี้ใช้ในชั้นทดลองปรับปรุงวัสดุของ BSCS ข้อทดสอบชุดนี้จะเลิกไปเมื่อการทดลองของหลักสูตร BSCS ยุติลง

๒. กระบวนการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ (A Processes of Science Test) ใช้ทั้ง Pre and post - test ของทุกชุดของโครงการ BSCS

๓. ข้อทดสอบผลสัมฤทธิ์สำหรับชีววิทยาลัทธิฐานที่ ๒ สำหรับเด็กเก่งและเด็กอ่อน โดยเฉพาะ

๔. ข้อทดสอบและหนังสือซึ่งเป็นเครื่องช่วยในการสร้างข้อทดสอบสำหรับครู เป็นข้อทดสอบสำหรับบทปฏิบัติการ

๕. ข้อทดสอบที่จัดลำดับตามกันของการทดลองพิมพ์ลงในหนังสือเล่มเล็ก ๆ บรรจุหัวข้อคำถามประมาณ ๔๐๐ หัวข้อ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสร้างข้อทดสอบของครู

BSCS ได้จัดทำข้อทดสอบชนิดต่าง ๆ สำหรับใช้วัดความสามารถทางด้านการต่าง ๆ ของเด็ก เช่น การทดสอบความเข้าใจขั้นสุดท้าย (BSCS Comprehensive Final) ข้อทดสอบวัดความถนัดที่แตกต่างกัน (Differential Aptitude Test) ทดสอบความสามารถทางด้านการวิจารณ์โดยทั่ว ๆ ไป การทดสอบความสามารถในโรงเรียนและวิทยาลัย (School and College Ability Test) ข้อทดสอบความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์ (Test of Understanding of Science) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีศูนย์กลางการทดลอง (Test centre) ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มของครูเพื่อมาแลกเปลี่ยนปัญหาเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบประจำสัปดาห์ เพื่อหาทางปรับปรุงข้อทดสอบอยู่เสมอ แล้วส่งผลที่ได้จากการทดลองนี้ไปยัง

ศูนย์ทดสอบนี้ประกอบด้วยครูระดับมัธยมเป็นผู้นำ และนักชีววิทยาระดับวิทยาลัยเป็นผู้ปรึกษา

การที่ผู้เขียนได้ทิ้งเอาลักษณะของทั้ง ๒ หลักสูตรมาเปรียบเทียบกันนั้น ก็เพื่อจะชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรทั้ง ๒ นั้น หลักสูตรใดตรงกับหลักความจริงที่สุด ดร.จวาล (จวาล แพร์ยกุล ๒๕๐๔ : ๑๗) กล่าวไว้ว่า "หลักสูตรเป็นผู้นำหนดจุดหมายปลายทางของการศึกษาเล่าเรียน

หลักสูตร เป็นข้อควรที่จะต้องสอนเด็กให้รู้เนื้อหาวิชาอะไร (Subject Matter) และ
เกิดสมรรถภาพหรือพฤติกรรม (Behavior) ด้านใบบ้าง เด็กให้รู้อะไรบ้าง คุ้ได้
จากหลักสูตร ภาคเนื้อหาวิชา สอนให้เกิดอะไรบ้าง คุ้ได้จากหลักสูตรภาคความมุ่งหมาย"

จากข้อความดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าจุดมุ่งหมายของหลักสูตรจะเป็นเครื่องกำหนด
เนื้อหาวิชา กำหนดวิธีสอน และกำหนดวิธีการวัดผล ดังนั้นหลักสูตรที่ดี เนื้อหา วิธีสอน และ
การวัดผลจะต้องตรงตามจุดมุ่งหมาย สำหรับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ปี ๒๕๐๓ นั้น
ถ้านำมาศึกษาแล้วจะเห็นว่า "จุดมุ่งหมายมีความเหมาะสมตามหลักการการศึกษาและการพัฒนา
ทางด้านเศรษฐกิจและสังคมและวัฒนธรรมของประเทศชาติทุกประการ ตลอดจนมีความ
ที่ครอบคลุมกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับชีวิตวิทยาไว้อย่างกว้างขวางแล้ว" ดังนั้นเราจึงว่าเป็น
ต้องนำเอาเนื้อหา วิธีสอน และการวัดผลมาพิจารณาว่าสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
หรือไม่

เมื่อพิจารณาการการสอนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแล้ว จะเห็นว่าหลักสูตรนี้
เหมาะสมสำหรับเตรียมตัวนักเรียน เพื่อศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยมากกว่าที่จะเป็นหลักสูตรซึ่ง
ส่งเสริมให้นักเรียนสนใจต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถนำเอาความรู้ทางชีวิตวิทยาใช้เป็นประโยชน์
ในการปรับปรุงความเป็นอยู่เท่าที่ควร ที่เป็นเช่นนี้สาเหตุหนึ่งก็คงจะเป็นเพราะ เนื้อหาของเรื่อง
ส่วนใหญ่เน้นทาง โครงสร้าง เรื่องการจัดจำพวกพืชและสัตว์มากเกินไป เด็กต้องศึกษาทั้งโครง
สร้างภายนอกโครงสร้างภายในของส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชทั้งของราก ลำต้น ใบ ดอก
ผล เมล็ด และสัตว์ต่าง ๆ เช่นอมิบา พารามีเซียม ไฮดรา ไลค์เคียนกิน แมลง ปลา กบ
เด็กจะนำเอาความรู้ที่ได้จากการเรียนสิ่งเหล่านี้ไปใช้เป็นประโยชน์ได้อย่างไร นอกจาก
เด็กจะต้องเสียเวลาเรียนในสิ่งเหล่านี้แล้ว เรื่องที่กำหนดให้สอนในหลักสูตรส่วนใหญ่
ขาดความสัมพันธ์กัน เด็กต้องเรียนเรื่องต่าง ๆ เป็นเรื่อง ๆ ไป ทำให้ไม่เกิดความรู้รวมยอด
ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป

การสอนให้ครบตามหลักสูตร เป็นงานที่ทำความหนักใจให้แก่ครูผู้สอนไม่น้อย
แม้ว่าหลักสูตรจะกำหนดไว้ ๒ ปีก็ตาม แต่เนื้อหาของแต่ละเรื่องที่จะต้องสอนมีมาก มากจน
เกือบไม่มีเวลาพบทวนเด็ก การแบ่งหลักสูตรโดยเอาเรื่องเกี่ยวกับพืชมารวมไว้สอนในปีหนึ่ง
เอาเรื่องเกี่ยวกับสัตว์มาสอนอีกปีหนึ่ง ปรากฏว่าช่วยให้การสอนง่ายขึ้น เด็กมักจะชอบเพราะ
สามารถรวบรวมความรู้เกี่ยวกับพืชหรือความรู้เกี่ยวกับสัตว์ไว้ได้เป็นกลุ่มไม่ปนกัน แต่มีข้อเสีย

เพราะทำให้เด็กเข้าใจว่าเรื่องของพืชอยู่ส่วนหนึ่ง เรื่องสัตว์อยู่อีกส่วนหนึ่งไม่เกี่ยวข้องกัน ความจริงแล้วการเรียนรู้พืชกับสัตว์แยกจากกันทำให้เสียเวลาในการสอน เช่นการหาประโยชน์ของพืชและสัตว์ควรพกร่วมกันไปหมดเกี่ยวกับนี้เป็นต้น.

เมื่อตอนเริ่มต้นใช้หลักสูตรนี้ใหม่ ๆ ข้อสอบไล่วิชาชีววิทยาชั้น ม.ศ.๕ เป็นแบบอัตนัย (Subjective) ทำให้เด็กมีโอกาสแสดงความคิดเห็นบ้าง ในระยะหลังประมาณ ๔ ปี มาแล้ว ข้อสอบเปลี่ยนเป็นแบบปรนัย (Objective) ส่วนใหญ่เน้นหนักไปทางใช้ความจำทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เมื่อลักษณะข้อสอบเป็นแบบนี้ การสอนของครูก็ต้องเน้นหนักในทำนองให้เด็กสอบได้มาก มากกว่าที่จะสอนให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และวิธีสอนที่ดีที่สุดที่จะช่วยให้เด็กสอบได้ ก็คือการเฉลยข้อสอบเก่า ๆ และการเก็บข้อสอบ ดังนั้นข้อสอบเก่า ๆ จึงกลายเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของครู และเป็นสิ่งที่เด็กสนใจรวบรวมมากกว่าที่จะติดตามข่าวความก้าวหน้าทางชีววิทยา หรือค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือหรือตำรา

การวัดผลนอกจากจะมีอิทธิพลเหนือการสอนของครู โดยทำให้ต้องเป็นไปในทำนองเตรียมตัวให้เด็กสอบได้แล้ว ยังมีอิทธิพลต่อวิธีเรียนและทัศนคติของเด็กที่มีต่อวิชาชีววิทยาคับ เด็กส่วนใหญ่สนใจและเชื่อว่าการเรียนด้วยวิธีท่องจำจะช่วยให้ทำข้อสอบปรนัยได้ดี

สรุปได้ว่าหลักสูตรชีววิทยาของไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ความสัมพันธ์ของหัวข้อในหลักสูตรยังไม่เป็นไปตามแบบแผนที่ถูกก้องทั้งนี้เพราะเนื้อหา วิธีสอน การวัดผล และตำราเรียนยังไม่ก่อให้เกิดผลตรงตามจุดหมายของหลักสูตร ข้อยืนยันที่นำมาสนับสนุนจะพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นแก่เด็กหลังจากที่จบการศึกษาไปแล้ว

[ถ้าหันไปพิจารณาคุณลักษณะของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ก็น่าจะเป็นประโยชน์ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์กันได้ดังนี้

(แนวกมร) ก. จุดหมายของหลักสูตร จะเน้นหนักทางด้านการปลูกฝังให้เด็กรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ และดึงเอาผลออกมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และสามารถนำเอาความรู้ที่ได้นั้นออกมาเผยแพร่ให้บุคคลอื่นได้ทราบด้วย.

ข. เนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร จะเน้นหนักทางด้านการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างพืชและสัตว์ มุ่งถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม การวิวัฒนาการ การกำเนิดของชีวิต รวมทั้งชีวประวัติของนักชีววิทยา และการค้นคว้าทางด้านวิทยาศาสตร์

ซึ่งหัวข้อเหล่านี้มีแนวทางที่จะทำการศึกษาโดยวิธีการสอบสวนหาความจริงได้.

✓ ถ้าหากพิจารณาถึงเนื้อหาทั้งหมดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและตำราเรียนจะเห็นว่า มีลักษณะโน้มเอียงไปดังนี้.

๑. เนื้อหาของหลักสูตรนี้จัดสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนทุกคน. ไม่ได้เฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น ไม่ใช่เฉพาะเด็กที่ฉลาดเป็นต้น.

๒. เนื้อหาของหลักสูตรสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนส่วนใหญ่โดยไม่คำนึงว่าเขาจะฝึกเอาวิชาชีววิทยา เป็นอาชีพในอนาคตหรือไม่ก็ตาม

๓. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้นมุ่งกระตุ้นข่าวสารทางชีววิทยาโดยตรงที่จำเป็นและก่อให้เกิดประโยชน์แก่เด็กของคนที่มากที่สุด

๔. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้นมุ่งให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันทางด้านชีววิทยา มากกว่าหลักสูตรพหุศาสตร์ซึ่งแตกต่างจากหลักสูตรชีววิทยา

๕. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้น มุ่งที่จะพัฒนาจิตใจของนักเรียนให้เป็นคนมีเหตุผล และมีทัศนคติทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจะเตรียมนักเรียนให้หาโอกาสทำความเข้าใจกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการบรรจุการเน้นการทำงานในเชิงปฏิบัติการทดลอง และ

๖. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้นเน้นทันสมัย ครอบคลุมไปทั่วความรู้ที่เป็นปัจจุบัน หรือเลือกลักษณะของชีววิทยาสสมัยใหม่ให้เหมาะสมกับระดับฐานะของนักเรียน

๗. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้น ได้รับความร่วมมือจากบุคคลหลายฝ่าย เช่น ครูสอนชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษา นักการศึกษา อาจารย์ในมหาวิทยาลัย นักชีววิทยา ดังนั้น เนื้อหาที่จัดไว้จึงหาที่ติได้ยาก

๘. เนื้อหาของหลักสูตรที่สร้างขึ้นเปิดโอกาสให้ยืดหยุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการสอนในทุกโรงเรียนและในทุกสถานที่

ค. วิธีสอน หลักสำคัญที่นับว่าแก่น หรือเป็นหัวใจหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS ก็คือการสอนโดยใช้วิธี " สอบสวนหาความจริง " (Inquiry Method) เนื่องจากวิธีนี้มุ่งปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนำเอาวิธีค้นคว้าและวิจัยตามแบบที่นักวิทยาศาสตร์ ได้ใช้ในการคิดค้นคว้าหาความจริงต่าง ๆ ดังนั้นวิธีการสอนดังนี้

จึงนับว่าสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี

✓ ถ้าพิจารณาถึงหลักทั่วไปของวิธีสอนของหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS จะมีลักษณะดังนี้

๑. เป็นการสอนชีววิทยาแบบใหม่ มีจุดมุ่งหมายอยู่ที่การปรับปรุงสภาพการเรียนรู้ การสอน วิธีการก็คือการวัดความสัมพันธ์ของครูและนักเรียนขึ้นโดยเฉพาะ

๒. ใช้วิธี Inquiry approach สำหรับนำนักเรียนให้เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหลักสำหรับสอนชีววิทยาโดยเฉพาะ

๓. วิธีการสอนเพ่งเล็งถึงตัวครูเป็นจุดสำคัญ การสอนจะเกิดผลดีขึ้นกับตัวครูที่รู้จักตัดสินใจเลือกวิธีการสอนกับวัสดุที่นำมาใช้สอน ให้เหมาะสมกับสถานะภาพของโรงเรียนและความพร้อมของเด็ก

๔. การสอนเน้นให้ครูรู้จักวิธีวัดผลวิธีการสอนของตนเอง เพื่อประเมินค่าและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงเทคนิคการสอน เหมือนกับเป็นวิธีเสาะแสวงหาแนวการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ และครูควรจะได้พบปะสังสรรค์กันอยู่เสมอ เพื่อการอภิปรายและสัมมนาเกี่ยวกับการสอน

๕. ควรจัดให้มีการอบรมครูประจำการ เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการสอนใหม่ ๆ รวมถึงการใช้วัสดุประกอบการสอนต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิคการวัดผลด้วย ทั้งนี้เพื่อแก้ปัญหาการสอบ เพื่อช่วยปรับปรุงวิธีสอน และแสวงหาแนวทางสอนใหม่ ๆ ต่อไป.

๖. วัสดุการสอนของหลักสูตรได้เตรียมขึ้นแล้ว ให้ครูหยิบใช้ได้ให้เหมาะสมกับสภาพของชั้นเรียน ห้องเรียน และนักเรียน

ค. การวัดผล ตามวิธีของ BSCS มีวิธีการจำแนกแยกออกได้หลายแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์นั้น ๆ ข้อทดสอบก็มีหลายประเภท เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

การสร้างข้อทดสอบนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของการวัดผล ดังนั้นในระยะต้น ๆ ของโครงการจะตั้งศูนย์ทดสอบขึ้น เพื่อทำหน้าที่สร้างข้อทดสอบ ทำหน้าที่ฝึกอบรมครู และจัดพิมพ์หนังสือคู่มือ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับสร้างข้อทดสอบให้แก่ครู เมื่อครูมีความชำนาญในการออกข้อสอบแล้ว ทางหน่วยจะมอบให้ครูผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง เพื่อเปิดโอกาสให้

สามารถวัดผลเด็กได้ครบทุกด้าน

จากการพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ของ BSCS ในทุกด้านพบว่า ทุกหัวข้อที่ความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน คือส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตรงตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่เราจะนำมาเป็นแนวในการปรับปรุงหลักสูตรฉบับใหม่ต่อไป.

บันทึกท้ายบท

๑. สถิตินี้ได้มาจากกรมอนามัย ปี พ.ศ. ๒๕๑๓ ปรากฏว่ามีคนเป็นโรคพยาธิลำไส้ ถึง ๖๖.๔๕ % (จากการสุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านพัฒนาอนามัยของทุกจังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีผู้ป่วยเป็นโรคขาดอาหารถึง ๓๐.๔๓ คน (จาก ๖๒ โรงพยาบาล ใน ๕๗ จังหวัด)

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงหลักสูตรชีววิทยาชั้้นมัธยมศึกษา ตอนปลายของประเทศไทยฉบับต่อไป

ถึงแม้ว่าหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS จะเป็นหลักสูตรที่ดีที่สุดและมีอิทธิพลมากที่สุด หลักสูตรหนึ่งในศตวรรษที่ ๒๐ นี้ก็ตาม แต่ก็ไม่ว่าจะเป็นเสนอไปว่าจะเป็นหลักสูตรที่ใช้ได้สำหรับในทุกประเทศ ทั้งนี้เพราะมีความจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงวัฒนธรรม และความแตกต่างของแต่ละประเทศตลอดจนระบบของโรงเรียนซึ่งมีความแตกต่างกันรวมทั้งปัญหาทางบ้านชีววิทยานิเวศวิทยา และปัญหาทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในแต่ละประเทศด้วย ดังนั้นเราจะนำเอาหลักสูตรของประเทศหนึ่งไปใช้กับอีกประเทศหนึ่งย่อมไม่เป็นการเหมาะสมอย่างยิ่ง ถ้าจะนำเอาไปใช้ก็ควรจะได้ดัดแปลงเสียใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับประเทศของตน โดยเราจะนำเอาไปเฉพาะแนวความคิดที่เห็นว่าเด่น และวิธีการของหลักสูตรนั้นมาเป็นแนวในการจัดสร้างหลักสูตรส่วนเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ ควรดัดแปลงไปตามความเหมาะสม

วิธีการที่จะนำเอาหลักสูตรชีววิทยาของ BSCS มาใช้ในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงเช่นกัน จุดเด่นของหลักสูตร BSCS ก็คือลักษณะของการสอนแบบ " สอดสวนหาควาความจริง " (Inquiry) วิธีการสอนแบบนี้จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาค้นตนเองนำไปสู่การสรุปคำตอบ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสอนตนเอง ดังนั้นแนวในการปรับปรุงของเราก็คือนำเอาวิธีการสอนแบบนี้มาใช้เป็นแนวในการสร้างหลักสูตรของเรา ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นั้นก็ดัดแปลงไปตามความเหมาะสม เพื่อให้การดัดแปลงครั้งนี้สัมฤทธิ์ผล ผู้เขียนจึงใคร่จะเสนอแนวทางในการปรับปรุงและสร้างหลักสูตรใหม่ดังนี้.

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความมุ่งหมายหลักสูตรชีววิทยาชั้้นมัธยมศึกษา

ความมุ่งหมายของหลักสูตรนับว่าเป็นหัวใจสำคัญในการกำหนดเนื้อหา วิธีสอน และการวัดผล คร.ธำรง บัวศรี (ธำรง บัวศรี , ๒๕๐๔ : ๕๕) กล่าวว่า " การสอนวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนไม่ว่าจะเป็นวิชาอะไร นอกจากจะสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือความมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้แล้ว ยังมีความจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องทราบ

และเข้าใจจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสอนวิชาแต่ละวิชาด้วย ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละวิชามีลักษณะเฉพาะของมัน และย่อมได้ประโยชน์หรือคุณค่าแก่ผู้เรียนแตกต่างกัน " จากคำกล่าวนี้จะได้ว่าองค์ประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของการสอนที่ดีนั้นคือครูสอนต้องมีความรู้และความเข้าใจ ความมุ่งหมายของการศึกษา และความมุ่งหมายเฉพาะของวิชาที่สอน และรู้ว่าความมุ่งหมายนั้นหมายถึง " หมายความว่า ความหมายของความมุ่งหมาย สามารถที่จะแปลความหมายนั้นออกเป็นพฤติกรรมได้อย่างถูกต้อง " (พัทธกิจ ภิรมย์ , ๒๕๐๓ : ๑๔) ดังนั้นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรจึงนับว่าสำคัญที่สุด ผู้เขียนใคร่ขอเสนอความมุ่งหมายในการสอนชีววิทยาว่าควรมีลักษณะดังนี้.

๑. การศึกษาชีววิทยาต้องมุ่งสร้างทัศนคติที่เหมาะสมต่อวิชาชีววิทยา และมุ่งให้ความรู้ที่ถูกต้อง ความเข้าใจอันถ่องแท้ในเนื้อหาวิชาแก่นักเรียนเพื่อเป็นการวางรากฐานสำหรับการศึกษาค้นคว้าความรู้ต่อไปในอนาคตโดยยึดหลักการสอนและวิธีการสอนที่ถูกต้อง กล่าวคือ.

๑.๑ โดยกระตุ้นและชักจูงนักเรียนให้เกิดความสนใจและความเข้าใจในหลักสำคัญของวิชาชีววิทยา แทนที่ให้นักเรียนเรียนโดยการท่องจำ

๑.๒ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ที่ได้จากการเรียนชีววิทยา

๑.๓ โดยกระตุ้นและชักจูงนักเรียนให้รู้จักใช้ความคิดและสร้างสมความสามารถที่จะใช้ความคิดเชิงชีววิทยา.

๑.๔ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นแนวทางที่จะศึกษาเพิ่มพูนความรู้ชีววิทยาต่อไปในอนาคต

๑.๕ โดยบรรจุเนื้อหาวิชาที่ชักนำให้รู้จักสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ พืช สัตว์ ประจำท้องถิ่น และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งดังกล่าวกับการดำรงชีพของประชาชนในท้องถิ่น

๑.๖ โดยบรรจุเนื้อหาวิชาและใช้วิธีการสอนไปในทางที่ทำให้นักเรียนมีความชำนาญในการใช้วัสดุวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

๒. การศึกษาชีววิทยาต้องมุ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และต่อสังคมประเทศชาติได้ทั้งนี้โดย

๒.๑ ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของทฤษฎีและการนำไปปฏิบัติ

๒.๒ การสอนหลักการ ทฤษฎี และความรู้รายละเอียดของวิชาชีววิทยาขั้นมูลฐานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพต่าง ๆ เช่น การเกษตร การแพทย์ การอุตสาหกรรม กิจกรรมทางสังคมศาสตร์ เป็นต้น พร้อมทั้งใช้ตัวอย่างจากวิชาชีพเหล่านั้นประกอบการสอนหลักการชีววิทยา

ดังกล่าวข้างต้น.

๒.๓ การสอนให้นักเรียนเข้าใจหลักการสุชนาามัยของตนเองและของชุมชน
ในแนวความคิดและหลักการของชีววิทยา.

๒.๔ การสอนให้นักเรียนเข้าใจปัญหาประชากรในเชิงชีววิทยา และผลของปัญหา
ประชากรที่จะมีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

๒.๕ การสอนให้นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาชีววิทยาทางค่านิยมธรรมและการจัด
ระเบียบสังคมมนุษยชาติ

๓. การศึกษาชีววิทยาต้องมุ่งชักจูงนักเรียนให้เกิดความสนใจ และทัศนคติที่ถูกต้อง
ต่อการค้นคว้าวิจัยทางชีววิทยา ทั้งนี้โดย

๓.๑ การสอนให้เข้าใจในระบบการคิด และวิธีการกระทำทางวิทยาศาสตร์

๓.๒ การฝึกหัดให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามระบบการคิดและวิธีการกระทำทาง
วิทยาศาสตร์ ด้วยตนเอง

๓.๓ การส่งเสริมด้วยวิธีการต่าง ๆ ให้นักเรียนรู้จักค้นหาความรู้เพิ่มเติมให้แก่
ตนเองและโดยตนเอง

๔. การศึกษาชีววิทยาต้องมุ่งให้นักเรียนทราบและเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง
ชีววิทยากับวิชาอื่น ๆ ทั้งนี้โดย

๔.๑ การสอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแขนง
วิชาต่าง ๆ ภายในวิชาชีววิทยา

๔.๒ การสอนให้นักเรียนเข้าใจว่าวิชาชีววิทยาเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับ
วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับวิชาอื่น ๆ ในกลุ่มวิชานี้.

๔.๓ การชี้ให้เห็นว่าวิชาชีววิทยาเป็นศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ
เช่น สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เป็นต้น

๕. การศึกษาชีววิทยาต้องมุ่งให้นักเรียนเกิดความรัก ความเข้าใจธรรมชาติ
ตลอดจนคุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งนี้โดย.

๕.๑ การสอนให้มีความรักธรรมชาติ และให้รู้จักคุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากร
ธรรมชาติ และผลเสียหายของการทำลายธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ.

๕.๒ การสอนให้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา เพื่อจัดสภาพความเป็นอยู่ให้เหมาะสมกับหลักการและสภาพทางนิเวศวิทยา

๕.๓ การสอนให้รู้จักใช้ความรู้ทางชีววิทยาในการใช้อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อความผาสุกในการดำรงชีวิตของประชากร และการพัฒนาทางเศรษฐกิจและทางสังคมของประเทศ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาของหลักสูตร

เนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ควรจะมีลักษณะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ซึ่งการมีลักษณะดังนี้

๑. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ. ๔ - ๕) แนวใหม่ควรมีวิชาหลัก (Core Subjects) ครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ๑.๑ Cellular Biology
- ๑.๒ Taxonomy
- ๑.๓ Morphology & Anatomy
- ๑.๔ Physiology
- ๑.๕ Developmental Biology
- ๑.๖ Environmental Biology
- ๑.๗ Genetics & Evolution
- ๑.๘ Behaviour

๒. ถ้าเป็นไปได้ควรสร้างหลักสูตรชีววิทยาออกเป็น ๓ ชุด ชุดที่หนึ่ง สำหรับนักเรียนที่จะออกไปเป็นพลเมืองโดยทั่วไป ชุดที่สอง สำหรับนักเรียนที่เรียนทางด้านเทคนิคต่าง ๆ ชุดที่สาม สำหรับนักเรียนที่มีความถนัดทางด้านชีววิทยาโดยเฉพาะที่จะเป็นนักชีววิทยาในอนาคต ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความถนัดของตน ถ้าทำขึ้นเป็นหลักสูตรเดียวจะเป็นการบังคับให้เด็กทุกคนต้องเรียน ซึ่งจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี

๓. การเรียนชีววิทยาให้เกิดผลนั้นควรหนักไปทางภาคปฏิบัติให้มากขึ้น และควรรวมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้าด้วยกัน ทั้งนี้เพื่อจะได้เกิดความซาบซึ้งและรักในธรรมชาติยิ่งขึ้น

๔. หลักสูตรชีววิทยาแนวใหม่นี้ ควรมีเนื้อหาประกอบด้วยหลักสำคัญ (Basic Concept) ทางชีววิทยาที่เน้นถึงการเปรียบเทียบควบคู่กันไป (Comparative Approach) การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ (Applied) และบรรจุหลักการด้านสุขศึกษาควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ให้สอดคล้องเป็นไปตามความเหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น

๕. ในหลักสูตรชีววิทยาแนวใหม่นี้ควรจัดเนื้อหาให้เหมาะสมที่เข้ากับแนวการสอนแบบการสอบสวนหาความจริง (Inquiry)

๖. หลักสูตรแนวใหม่นี้เนื้อหาภาคทฤษฎีและปฏิบัติให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีการสอนควบคู่กันไปเพื่อให้การสอนแบบ Inquiry ได้ผลดี

๗. เนื้อหาของหลักสูตรแนวใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่ใช้ชีววิทยาเป็นพื้นฐานเช่น วิทยาศาสตร์ด้านสังคม อนามัย และวิศวกรรม ให้มีความรู้วิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยา ที่มีอยู่แล้วในหลักสูตร เช่น เคมี ฟิสิกส์ และ คณิตศาสตร์ เข้ามาประกอบกับเนื้อหาวิชาทางชีววิทยาให้มากขึ้น เพื่อเน้นให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในการเรียน

๘. เพื่อที่จะศึกษาชีววิทยาตามหลักสูตรแนวใหม่ได้ดียิ่งขึ้น ควรให้มีการสอนวิชาอินทรีย์เคมี (Organic Chemistry) เป็นต้นในหลักสูตรเคมีชั้น ม.ศ. ๔ - ๕ ในปัจจุบัน

๙. ควรให้มีการศึกษานอกสถานที่ด้วย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักและเข้าใจสภาพธรรมชาติที่แท้จริงและเป็นการเพาะนิสัยรักธรรมชาติ.

๑๐. เพื่อที่จะให้หลักสูตรในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนปลาย และระดับอุดมศึกษากับการฝึกหัดครูมีความสอดคล้องกันมากที่สุด แต่มีความซ้ำกันในให้น้อยที่สุด เห็นสมควรจัดหลักสูตรให้มีแกนรวม (Common Core) อันเดียวกันในทุกระดับชั้น แล้วลดหรือขยายเนื้อหาตามความเหมาะสมของแต่ละระดับชั้นโดยพิจารณาถึงวัย และพื้นฐานความรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ.

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบเรียน

แบบเรียนที่ให้คณะกรรมการจัดทำควรวัดภาษาเหมาะกับนักเรียน และเหมาะสมกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่นของประเทศที่กำลังพัฒนาในด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรมและเหมาะสมกับวัฒนธรรมของประเทศ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดทำแบบเรียนวิชาชีววิทยามีดังนี้.

๑. การเลือกเนื้อเรื่องของวิชาชีววิทยาที่จะบรรจุลงในแบบเรียนนั้น ก่อนอื่นต้องคำนึงถึงหลักสูตรที่กำหนดจุดมุ่งหมายและกำหนดเนื้อหาวิชาไว้ไว้อย่างไร เพราะฉะนั้นหลักสูตรจึงจะต้องมีขึ้นก่อนการจัดทำแบบเรียน การจัดทำแบบเรียนก็ควรถือว่าเป็นเรื่องสำคัญมากเรื่องหนึ่งด้วย และถือว่าเป็นวิธีทางอย่างหนึ่งที่จะช่วยอธิบายให้เห็นเป็นตัว เป็นตนจริงจังขึ้นมา และที่จะทำการปรับปรุงหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้นต่อไปด้วย.

๒. แบบเรียนควรมีหลักความรู้ในวิชาชีววิทยา (คือข้อเท็จจริง และทฤษฎีต่าง ๆ) ที่นักเรียนจะอ่านเข้าใจได้

ควรกล่าวถึงทฤษฎีที่สำคัญ ๆ ทางชีววิทยาเสียก่อน แล้วแสดงการพิสูจน์โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ได้เรียนมาแล้ว.

ต่อมาก็ใช้ทฤษฎีต่าง ๆ นั้นในการคาดล่วงหน้า อธิบาย และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทฤษฎีและข้อเท็จจริงเมื่อรวมกันเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันได้โดยอาศัยการปฏิบัติก็จะเกิดเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้น.

๓. แบบเรียนควรทำหน้าที่เชื่อมโยงวิชาชีววิทยา เข้ากับการปฏิบัติในชีวิตในการเขียนบรรยายเป็นขั้นเป็นตอน ผู้เขียนแบบเรียนควรให้นักเรียนได้ทราบการนำเอาความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ประโยชน์ที่สำคัญ ๆ แต่ไม่บรรยายหลักวิชาในการนำความรู้ชีววิทยาไปใช้ประโยชน์อย่างละเอียดมากนัก การบรรยายโดยทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการนำเอาความรู้ในวิชาชีววิทยาไปใช้ประโยชน์ในการวิศวกรรม การผลิต วัฒนธรรม และชีวิตประจำวันของประชาชน ควรจะจัดให้นักเรียนได้ทราบรากฐานทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ของการนำไปใช้ทั่วไปในการทำเช่นนี้ นักเรียนจะเข้าใจวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาดีขึ้น เพราะความรู้ที่ได้เป็นความรู้ที่เกี่ยวพันกับปฏิบัติ

การให้ความรู้ทางชีววิทยาสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับการปฏิบัติจะทำให้ให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยให้รู้ว่าจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร .

๔. แบบเรียนไม่ควรเพียงแต่จะให้นักเรียนทราบแต่สิ่งที่เป็นคุณแน่นอนแล้วในวิชาชีววิทยาเท่านั้น แต่ควรให้นักเรียนได้ทราบปัญหาสำคัญ ๆ ในทางชีววิทยาที่กำลังทำการศึกษาค้นคว้ากันอยู่ในปัจจุบันด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในปัญหาเหล่านั้น.

๕. เนื้อหาทั้งหมดของแบบเรียน ควรมุ่งกล่อมเกลายบุรณภาพในตรรกะในทางชีววิทยาของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้เกิดความสัมฤทธิ์ผลในการเรียนวิชาชีววิทยา และการนำความรู้ไปแก้ปัญหาคำถามสำคัญ ๆ ต่อไป.

๖. แบบเรียนวิชาชีววิทยา และบางตอนบางส่วนของวิชาเคมีควรมุ่งกล่อมเกลานักเรียนในเรื่องสุขศาสตร์ และการอนามัย การสงวนรักษาธรรมชาติ และกิจกรรมอื่น ๆ โดยอาศัยใช้ความรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับธรรมชาติ.

๗. เนื้อหาของแบบเรียนควรจัดเป็นขั้นเป็นตอนความสำคัญก่อนหลังอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนจะได้ติดตามเข้าใจวิชาชีววิทยาได้ การจัดลำดับเนื้อหาควรคำนึงถึงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นั่นคือประวัติความเป็นมาของเรื่องนั้น ๆ ไม่ออกนอกเรื่องและไม่กลับหน้ากลับหลังสับสนเป็นต้น.

ลำดับการบรรยายเนื้อหาในแบบเรียน ควรคำนึงถึงกระบวนการที่จะให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ด้วย

๘. เนื้อหาในแบบเรียนควรแบ่งเป็นบท ๆ ข้อความในทุก ๆ ย่อหน้าควรเขียนเป็นลำดับติดต่อกันไปอย่างเหมาะสม อธิบายชัดเจน มีข้อพิสูจน์ประกอบและให้นักเรียนอ่านเข้าใจได้ให้มากที่สุดที่จะพึงทำได้

๙. ทุก ๆ ย่อหน้าควรมีคำถามอยู่ตอนท้าย ควรมีปัญหาและแบบฝึกหัดไว้ด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเกิดความรู้ในเรื่องที่เขียนบรรยายไว้ในย่อหน้านั้นอย่างบริบูรณ์ คำถามปัญหาและแบบฝึกหัดควรสอดคล้องกับเนื้อเรื่องในย่อหน้านั้น และย่อหน้าก่อน ๆ ที่เกี่ยวข้องกันด้วย การทำเช่นนั้นนักเรียนก็จะได้ทบทวนความรู้ทั้งหมดที่เรียนเกี่ยวกับเรื่องนั้นอย่างมีระเบียบวิธี

๑๐. ทุก ๆ บทควรมีคำถาม ปัญหาและแบบฝึกหัดอยู่ข้างท้ายช่วยในการวางนัยทั่วไปและการจัดขั้นตอนของเนื้อหาของทั้งบทนั้น.

๑๑. แบบเรียนควรมีคำบรรยายถึงการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ปฏิบัติได้ภายหลังจากที่ได้เรียนทฤษฎีจากครูแล้ว และบรรยายถึงภาคปฏิบัติในตอนสุดท้ายของแบบเรียน ควรกล่าวถึงการปฏิบัติการณ์ในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในแบบเรียนนั้นที่นักเรียนจะปฏิบัติได้เอง คำสั่งชี้แจงที่ให้อาจารย์จะเขียนสั้น ๆ และชัดเจน.

เมื่อนักเรียนมีความรู้ในวิชาชีววิทยา และมีประสบการณ์เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการมากขึ้นแล้ว การเรียนภาคปฏิบัติก็ควรมีลักษณะเป็นงานสร้างสรรค์ และงานวิจัยมากขึ้น.

๑๒. แบบเรียนไม่ควรใช้สัญลักษณ์หรือคำศัพท์เฉพาะที่ไม่ได้อธิบายความหมายให้นักเรียนทราบเสียก่อน หรือที่นักเรียนยังไม่เคยอ่านพบมาก่อนเลย

๑๓. แบบเรียนควรมีภาพประกอบเป็นอย่างดี เช่น ใช้ภาพถ่าย ภาพร่าง และภาพวาด ตารางควรจัดไว้ในที่ ๆ จะเห็นได้ชัดเจนและเหมาะสมแก่เด็ก

๑๔. แบบเรียนควรใช้ตัวพิมพ์ขนาดต่าง ๆ กันตามอายุของกลุ่มนักเรียนที่ใช้แบบเรียนนั้น ขนาดของตัวพิมพ์ควรเป็นไปตามที่แพทย์ได้กำหนดไว้.

๑๕. ตัวพิมพ์ขนาดกลางเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในแบบเรียน เพราะแบบเรียนชนิดนี้ เด็กจะนำไปใช้ที่บ้าน ในชั้นเรียนและในการเรียนภาคปฏิบัติได้สะดวก

๑๖. ตัวอย่างพืชและสัตว์ที่ยกมาประกอบบทเรียนนั้นควรมีที่เล็กรู้จัก

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอน

เนื่องจากวิธีการสอนหนึ่งที่อยู่ปัจจุบันไม่ส่งเสริมให้เกิดผลตามความมุ่งหมาย ดังนั้น จึงควรนำเอาวิธีการสอนตามแบบของ 'BSCS' มาใช้ วิธีการนั้นก็คือ " การสอบสวนหาความจริง " (Inquiry) ลักษณะของการสอนแบบนี้ก็คือ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหาด้วยความสนใจจากการสังเกตการณ์ของตนเอง นำไปสู่การสรุปคำตอบ โดยมีความเป็นอยู่ช่วยแนะให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาต่าง ๆ ทั้งในแง่ที่เกี่ยวกับหลักวิชาทางชีววิทยา และในแง่ประยุกต์ ส่วนรายละเอียดการจัดลำดับเนื้อหาในการสอนนั้น ควรให้ครูผู้สอนมีอิสระ

ในการเลือกตัวอย่าง และคัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานะทางโรงเรียนและกับธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น.

ข้อเสนอแนะที่การดำเนินการเพื่อให้วิธีการสอนดังกล่าวข้างต้นบรรลุผลตามคาดหวังสรุปได้ดังนี้.

๑. นักเรียน ควรได้รับการฝึกให้เรียนวิธี Inquiry นี้ตั้งแต่ต้นและต่อเนื่องว่าอยู่ที่ใด การเริ่มในระดับ ม.ศ. ๔ - ๕ หรือสูงกว่านั้นก็ทำได้แต่อาจใช้เวลาฝึกนานขึ้น เพราะนักเรียนเคยชินกับวิธี " บอกรับ " มาโดยตลอดมานาน

๒. ครูผู้สอน ควรได้ยักวิธีการสอนแบบ Inquiry มาก่อน และจำเป็นต้องเตรียมการสอนให้รอบคอบพอสมควร เพื่อป้องกันความสับสนขณะสอนในห้อง และควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องเบื้องต้นที่สำคัญและความรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิชาการในปัจจุบันพอเพื่อเป็นหลักในการนำไปดัดแปลง และแนะแนวทางให้นักเรียน.

๓. สถานที่เรียนและอุปกรณ์

๓.๑ ควรเป็นการดัดแปลงสภาพเดิมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุราคาแพง หรือมาจากท้องถิ่น

๓.๒ ห้องเรียนควรจัดให้จุดสนใจในระหว่างเรียนอยู่ที่นักเรียนและสิ่งที่กำลังศึกษา (Student centered) มีขมุกที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางความสนใจ

๓.๓ ห้องเรียนควรจัดให้เพื่อดำเนินการสอนได้โดยไม่แยกจากปฏิบัติออกจากภาคทฤษฎี

๓.๔ ฝึก สักว่า ที่ใช้เป็นตัวอย่างการเป็นสิ่งที่พบเสมอในธรรมชาติ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม และควรเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน และมีผู้ค้นคว้าวิจัยอยู่ขณะนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิธีการวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางชีววิทยาในชีวิตประจำวัน.

๔. หลักสูตร

๔.๑ ควรมีการปรับปรุงทางด้านเนื้อหาโดยอาจจำเป็นต้องตัดเรื่องรายละเอียดบางอย่างลงเพื่อใช้เวลาในการทำสังเกตการณ์และอภิปรายมากขึ้น.

๔.๒ วัตถุประสงค์ควรเน้นทางด้านส่งเสริมให้มีการสอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

๕. การวัดผล ควรปรับปรุงให้มีการวัดผลในแง่อื่นนอกเหนือจากการวัดความจำ และควรวัดผู้สอนมีส่วนร่วมในการวัดผลมากขึ้น เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการสอน ของตนด้วย.

๖. ผู้บริหารการศึกษา ควรได้มีส่วนเกี่ยวข้องในการปรับปรุงการสอนด้วย อย่างใกล้ชิด

๖.๑ เพื่อเห็นความสำคัญและปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบที่ ใช้ปฏิบัติการเป็นหลัก

๖.๒ เพื่อช่วยหาทางอำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนเกี่ยวกับการคัดแปลงห้องเรียน และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น

๖.๓ เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขปัญหาบางประการเกี่ยวกับการจัดการการสอน เพื่อครู จะได้มีเวลาว่างพอแต่ละครั้งสำหรับการสอนปฏิบัติการ และเพื่อครูมีเวลาว่างเพื่อใช้ในการ เตรียมการสอนและติดตามผล.

๖.๔ ควรจัดให้มีผู้ช่วยปฏิบัติการ เพื่อช่วยในการจัดเตรียมอุปกรณ์ก่อนลงมือสอน ช่วยในการวัดผลและดูแลวัสดุอุปกรณ์ ทั้งนี้เพื่อให้ครูสามารถสอนได้มากชั่วโมงขึ้น

๖.๕ ส่งเสริมให้ครูได้รับการอบรมเกี่ยวกับวิธีสอนและเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงการสอนในโรงเรียน.

๗. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควร

๗.๑ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางติดต่อประสานงานกับหน่วยต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก ทางวิชาการและอุปกรณ์แก่ครู โดยจัดให้มีการเผยแพร่ในรูปข่าววิชาการ (Newsletter)

๗.๒ ช่วยให้มีการออกแบบอุปกรณ์ รวมทั้งการคัดแปลงห้องเรียนและจัดหาวัสดุ ประกอบการสอน

๗.๓ จัดเตรียมตำราต่าง ๆ เพื่อช่วยครู

๗.๔ จัดการอบรมครูประจำการ (In - service) และก่อนประจำการ (Pre - service) โดยเฉพาะในระหว่างปิดภาคฤดูร้อน เพื่อไม่รบกวนเวลาสอน ทางโรงเรียน ให้เข้าใจในหลักการสอนที่วิทยาศาสตร์แบบการสอบสวนหาความจริง

๘.๕ จัดหาทุนให้แก่นักเรียน โดยแหล่งที่มาของทุนเป็นหน่วยราชการหรือ
องค์กร หรือโรงเรียนต่าง ๆ ที่สนใจ

๘.๖ หน้าที่ที่สำคัญที่สุดของสถาบัน คือการเป็นศูนย์ถาวรที่ดำเนินการติดตามผล
งานด้านต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นทุกระยะ เพื่อนำผลตอบสนอง (feedbacks) มาเป็นหลัก
ในการแก้ไขข้อบกพร่องของผลงานที่ทำไปแล้ว และปรับปรุงการสอนชีววิทยาให้ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา

๘.๗ ให้มี Pilot Project ขึ้นเพื่อทดลองหลักสูตรแนวใหม่ไปทีละขั้น
ระยะเวลานึง เพื่อปรับปรุงกิจการและวิธีสอนให้เหมาะสม.

๘.๘ พิจารณานวัตกรรม และคำวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาเพื่อให้สะดวกใน
การเรียนการสอน

๘.๙ จัดแปลตำราชีววิทยาของต่างประเทศเป็นภาษาไทยสะดวกแก่เด็กที่จะศึกษา
ค้นคว้าเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวัดผล

เนื่องจากการวัดผลเป็นกระบวนการสืบเนื่องกับหลักสูตรการเรียนและการสอน เพื่อให้ทราบว่าการสอนของครูหรือการเรียนของนักเรียนได้ผลสมดังวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
จะดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างไร ดังนั้นการวัดผลจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
การสอนเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับ การนำเอาผลของการวัดผลไปใช้ โดยมากเรามักจะนำผลไปใช้
๒ ทางคือ เพื่อแนะนำหรือชี้ทาง (Instruction) โดยมีงานด้านการสอบ แยกประเภท
นักเรียนออกตามความสามารถ และเพื่อประเมินค่า (Evaluation) โดยเอาคะแนน
ไปประเมินค่าผลการเรียนของเด็กว่าได้ผลถึงเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่เป็นต้น ดังนั้นการวัดผล
ในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจึงควรมีลักษณะดังนี้.

๑. การวัดผลควรทำให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตร เช่น
วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. ๒๕๐๓ ก็จะได้แก่การ
วัดผลดังนี้.

๑.๑ วัดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

๑.๒ วัดทักษะในการใช้วัสดุทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

๑.๓ วัดตามสามารถในการคิดและแก้ปัญหาชีวิตวิทยาโดยใช้ระบบความคิดและการกระทำทางวิทยาศาสตร์

๑.๔ วัดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เช่นความเป็นผู้มีเหตุผล และรู้จักใช้ความคิดเชิงเหตุผลเพื่ออธิบายปัญหาต่างๆ

๒. การวัดผลให้ตรงตามความมุ่งหมายดังกล่าวในข้อ ๑ อาจทำได้หลายแบบดังนี้

๒.๑ ออกข้อทดสอบแบบข้อเขียนซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อวัดความสามารถในเหตุการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียนเช่น.

ก. วัดระดับความรู้

ข. วัดความจำและความเข้าใจในเนื้อหาวิชา

ค. วัดความสามารถที่จะนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน

ง. วัดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาทางชีวิตวิทยากับความรู้ที่เรียนมา

จ. วัดความสามารถที่จะนำเอาความรู้ทางชีวิตวิทยาต่าง ๆ มาประกอบกันเข้าให้เป็นแนวความคิดหรือหลักการใหม่ ๆ คือวัดความสามารถในการสังเคราะห์นั่นเอง.

ฉ. วัดความสามารถที่จะประเมินค่าความสำคัญของการทดลองหรือความรู้ทางชีวิตวิทยาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน.

๒.๒ โดยการออกข้อสอบปฏิบัติการ เพื่อทดสอบความสามารถเชิงปฏิบัติการของนักเรียน

๒.๓ โดยมอบงานให้นักเรียนทำแล้ววัดความสามารถของนักเรียนโดยดูจากผลงาน

๓. ครูผู้สอนควรจะเป็นผู้ดำเนินการวัดผลด้านต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพราะเกิดผลดังนี้

๓.๑ ทำให้สามารถวัดผลการเรียนการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นไว้

๓.๒ ทำให้สามารถวัดผลการเรียนการสอนที่ได้กระทำตามสภาพธรรมชาติท้องถิ่นของแต่ละโรงเรียน

๓.๓ ทำให้ครูทราบข้อบกพร่องของตนเอง และแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้

๓.๔ ทำให้ครูสามารถยืดหยุ่นการวัดผลและการสอนได้เหมาะกับเด็กได้ เพราะไม่ต้องเร่งสอนให้จบ.

๔. เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ครูมีความสามารถทางด้านการสร้างข้อทดสอบ ทางโรงเรียนควรมีครูที่มีความรู้ทางด้านการวัดผลเพื่อทำหน้าที่ให้คำแนะนำ

๕. ควรสร้างศูนย์ทดสอบ (Test Centers) ขึ้น เพื่อทำหน้าที่อบรมครูและพิมพ์หนังสือคู่มือสำหรับเป็นแนวในการสร้างข้อทดสอบ

๖. ในขณะที่จำเป็นต้องใช้ข้อสอบระดับชาติ ควรมีการปรับปรุงใหม่ ดังนี้.

๖.๑ คณะกรรมการที่ออกข้อสอบควรประกอบด้วยครูผู้สอนชีววิทยาในระดับ ม.ศ.๕ ไม่น้อยกว่า ๑๐ คน ออกข้อสอบและกำหนดเกณฑ์เพื่อเสนอคณะกรรมการตรวจคัดเลือกข้อสอบ ซึ่งเป็นคณะบุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และเทคนิคการวัดผลอย่างถี่ถ้วน ๓ - ๕ คน.

๖.๒ ควรแก้ไขข้อสอบรวมให้พิจารณาผลพฤติกรรมอื่น ๆ ของนักเรียนนอกเหนือจากการวัดความรู้

๖.๓ ควรหาวิธีการที่จะลดอิทธิพลของข้อสอบรวม ที่ทำให้ครู มุ่งแต่จะสอนเพื่อให้ นักเรียนสอบได้ จนกระทั่งละเลยวิธีสอนที่ดีอื่น ๆ ที่จะพัฒนาความรู้และจิตใจของนักเรียน

๖.๔ ควรหาวิธีออกข้อสอบรวมที่เปิดโอกาสให้ครูแต่ละโรงเรียนอาจใช้วิธีการสอนหรือตัวอย่างประกอบการสอนที่เหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่นได้.

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการฝึกหัดครู

คงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าอิทธิพลของหลักสูตรในมหาวิทยาลัย มีผลต่อความสามารถของครูในการที่จะดำเนินการสอนวิชาชีววิทยาสมัยใหม่ ดังนั้นมหาวิทยาลัยและผู้นับถือควรตระหนักว่าการฝึกหัดครูจึงต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการกำหนดหลักสูตรให้เหมาะสมที่จะสามารถนำเขาไปสอนเด็กชั้นมัธยมได้ นักเรียนฝึกหัดครูทั้งหลายควรจะเรียนเน้นหนักในทางวิธีการสอน

(Methodology) ด้านประยุกต์ (Applied) และประวัติทางชีววิทยา

(History of Biology) ภาคปฏิบัติการต้องให้สอดคล้องกับภาคทฤษฎี และกำหนดให้ครูทำโครงการวิจัยง่าย ๆ ด้วย เพื่อจะได้นำมาใช้ในการสอนและการปฏิบัติการโดยเฉพาะท้องถิ่นนั้น ๆ

หลักสูตรที่ควรจะบรรจุให้กับนักเรียนฝึกหัดครูในระดับปริญญาตรีได้เรียนวิชาหลักดังต่อไปนี้ไว้ในหลักสูตรโดยถือเป็นวิชาบังคับคือ.

- ๑) General Physiology
- ๒) Ecology
- ๓) Molecular Biology
- ๔) Development Biology
- ๕) Genetic
- ๖) Taxonomy of Local Plants and Animals
- ๗) Special Problem
- ๘) Biochemistry
- ๙) Biophysics

นอกจากนักเรียนฝึกหัดครูจะเรียนภาควิชาการดังกล่าวแล้วทางโรงเรียนฝึกหัดครูควรจะดำเนินการเพิ่มเติมดังนี้.

๑. สถาบันฝึกหัดครูจะต้องปรับปรุงหลักสูตรเพื่อเตรียมครูที่วิทย์ฯ ให้มีความรู้ความสามารถที่จะสอนตามหลักสูตรใหม่ได้อย่างแท้จริง เช่นครูวิทย์ฯ ที่จะเป็นครูชีววิทยาในอนาคตศึกษาเกี่ยวกับแนวการสอนใหม่ที่เรียกว่า Inquiry เป็นต้น

๒. อาจารย์ในสถาบันฝึกหัดครูควรวิเคราะห์สอนช่วยส่งเสริมพัฒนาการแสดงความสามารถของนักเรียนเพื่อให้เป็นตัวอย่างที่ดี เพราะตามที่ปรากฏอยู่โดยทั่วไปนั้น นิสิต และนักศึกษาเรียนสำเร็จออกไปทำงานแล้วมักจะสอนนักเรียนเหมือนกับที่ตนเองเคยถูกสอนมาไม่ได้อสอนตามวิธีการสอนที่เรียนมา.

๓. ควรจัดเอาเนื้อหาวิชาและวิธีสอนที่จะใช้สอนตามหลักสูตรใหม่ของระดับมัธยมศึกษา ไปบรรจุไว้เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรของสถาบันฝึกหัดครู เพื่อให้ นักเรียนฝึกหัดครูที่เลือกเรียนชีววิทยาเป็นวิชาเอก ได้ทั้งสองเรียนเพื่อศึกษาปัญหา การแก้ปัญหา การใช้วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการสอน เมื่อวิชานี้จบแล้วควรจะไปทำการฝึกสอนจริง ๆ ด้วย

๔. สถาบันฝึกหัดครูควรจะต้องเป็นหน้าที่ในการติดตามดูความเคลื่อนไหวของนิสิตนักศึกษาที่จบไปแล้ว ทั้งนี้เพื่อต้องการให้คำแนะนำปรึกษาเพิ่มเติมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ รวมทั้งช่วยจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสอนให้.

๕. ควรจัดศูนย์การสอนวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีคอมพิวเตอร์ และเป็นแหล่งช่วย จัดหาอุปกรณ์และวัสดุประกอบการสอนให้

1

บรรณานุกรม

การวิจัย, กอง รายงานการปรับปรุงหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของ
ประเทศอินเดีย โรงพิมพ์การศาสนา พระนคร เมษายน ๒๕๐๕ ๕๕ หน้า.

คณะผู้จัดทำประมวลการสอนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประมวลการสอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๕
โรงพิมพ์แสงทองการพิมพ์ ๒๕๐๕ ๓๓๕ หน้า.

ชวาล แพทย์กุล, ดร. เทคนิคการวัดผล โรงพิมพ์วัฒนาพานิช ๒๕๐๕ ๑๕๒ หน้า.

ชำรง บัวศรี, ดร. ทฤษฎีหลักสูตรภาค ๑ หน้า ๒๗

เบ็นท์เล่ กลาส, ดร. "การปฏิบัติในวงการชีววิทยา" วารสารวิทยาศาสตร์ ดร. พาตี
เชียววานิช แปลและเรียบเรียง ๒, ๓๔๕ - ๔๒๐ มิถุนายน ๒๕๐๕

ปิ่น มาลากุล, มล. "ปรากฏการณ์เรื่องซีเมส" ศูนย์ศึกษา ๔ ๒๔๑ - ๒๔๔

ตุลาคม - ธันวาคม ๒๕๑๐

พิทักษ์ วัชรพลเดช, ดร. วิทยานิพนธ์เรื่องนโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์
๒๕๐๗ ๗๑ หน้า.

พาตี เชียววานิช และโรจน์ จะโนภาษ ชีววิทยาภาคปฏิบัติ ม.ศ. ๔ - ๕ ๓๓๕ หน้า.

ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ ๗๗ ตอนที่ ๕๑ ลงวันที่ ๒๐ ตุลาคม พุทธศักราช ๒๕๐๓

วิชาการ, กรม "ความเป็นมาของหลักสูตรวิทยาศาสตร์" รายงานการสัมมนาศึกษานิเทศก์
และครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกการพิมพ์วิทยาลัยครูสวนสุนันทา
๒๕๐๕ ๘๒๗ หน้า.

วิสาณัฐศึกษา, กรม คำชี้แจงระเบียบการวัดผลชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ
(ม.ป.ศ. ๒๕๐๒) โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๐๗ ๑๒๗ หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง "ความเป็นมาของหลักสูตรสามัญศึกษา" โครงการพัฒนาการศึกษา
ชุดพัฒนาการศึกษา ฉบับที่ ๒ โรงพิมพ์ส่งเสริมอาชีพ ๒๕๐๔ ก. ๒๑๒ หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ. ๕-๕-๖) พุทธศักราช ๒๕๐๓
 โรงพิมพ์คุรุสภา ๒๕๑๖ ๕๒ หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๔ โรงพิมพ์ ร.ธ.พ.
 ๒๕๐๕ จ. ๙๔ หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารประกอบการบรรยายระหว่าง
การประชุมทางวิชาการ วันที่ ๑๔-๒๔ เมษายน ๒๕๑๔

Andrews, Ted F., "The Biological Sciences Curriculum Study and
 The Commission on Undergraduate Education in Biological Science",
Guidelines for Improving College Science Programs, Report of a
Conference on Science Education, Directed by Albert F. Eiss,
 Harrisburg, Pennsylvania, April 29 - 30, 1964.

Andres, Ted F., BSCS Materials for Preparation of In-Service Teacher
of Biology, Biological Sciences Curriculum Study No.3, Boulder,
 Colorado, August, 1964.

Asubel, David P., "Evaluation of the BSCS Approach to High School
 Biology," The American Biology Teacher, vol. 28, No. 3, March,
 1966, pp. 176 - 186.

Blankenship, Jacob W., "Biology Teachers and Their Attitudes
 Concerning BSCS," Journal of Research in Science Teaching,
 vol. 3, Issue 1, 1965, pp. 54 - 60.

Brandwein, Pual F., Watson, Fletcher G. and Blackwood, Pual L.,
Teaching High School Sciences :A Book of Methods, Harcourt,
 Brace and Company, Inc., New York, 1953, 568 pp.

- Breukelman, John, "Biology Teaching in the Netherlands," The American Biology Teacher, vol. 30, No.1, January, 1968, pp. 36 - 38.
- Brown, Mark R., "Basic Research in High School, 'Why Not?'," The American Biology Teacher, vol.29, No.9, December, 1967, pp.745 - 749.
- BSCS Newsletter No.17, March, 1963.
- BSCS Newsletter No.19, September, 1963.
- Carter, Jack L., "The Authoritarian vs the Inquiry Approach," School Science and Mathematics, vol. 67, November, 1967, pp. 686 - 688.
- Comber, L.C., Biology Today - its role in education, Paris, OECD, 1966, 188 pp.
- Fakier, Edwin L., "BSCS Green Version Biology at Thibodaux High School," The American Biology Teacher, vol. 30. No. 8, October 1968, pp. 637 - 638.
- Fish, Alphoretta and Goldmark, Bernice, "Inquiry Method. Three Interpretations," Reading in Science Education for the Secondary School, edited by Hans O. Anderson, The Macmillan Company, New York, 1969, pp. 192 - 198.
- Fishler, Abraham S., "The Biology Teacher as a Researcher," The American Biology Teacher, vol. 30, No. 4, April, 1968, pp. 270 - 272.
- Frankel, Edward, "Where New Horizons Begin," The Science Teacher, vol. 29, May, 1962, pp. 41 - 45.

- Green, T. L., The Teaching of Biology in Tropical Secondary Schools,
Unesco Handbooks on the Teaching of Science in Tropical
Countries, Butter & Tanner Ltd., Frome and London, 1965, 392 pp.
- Grobmann, Arnold B., "School Biology of the Future," The American
Biology Teacher, vol. 29, No. 5, May, 1967. pp. 351 - 355.
- Grobmann, Huldra, "Some Comments on the Evaluation Program Findings
and Their Implications," BSCS Newsletter No. 19, September, 1963.
- - - - -, "On What Grade Level Does It Belong," Clearing House,
vol 38, April 1964, pp. 498 - 499.
- - - - -, "Comments on the Second Course Evaluation," BSCS Newsletter
No. 24, January, 1965.
- - - - -, "Some Comments on the SM evaluation," BSCS Newsletter No. 24
January, 1965.
- Hernandez, Delores F., "Introducing Biology Curriculum Innovation
in Philippine Schools," The American Biology Teacher, vol. 30,
No. 1, January, 1968, pp. 26 - 30.
- - - - -, First Asian Regional Conference on School Biology, Asian
Association for Biology Education Publication, Manila,
July 1967, 349 pp.
- - - - -, Second Asian Regional Conference on School Biology, Asian
Association for Biology Education Publication, Manila,
August 1968, 344 pp.

- Houser, William V., "Biology Education in Turkey," The American Biology Teacher, vol. 30, No. 1, January, 1968, pp. 30 - 35.
- Hurd, Paul Dett, and Palmer, Elra, "The BSCS Approach to High School Biology," BSCS Biology - Implementation in the Schools, Biological Sciences Curriculum Study Bulletin No. 3, Boulder, Colorado, June, 1964.
- Hurd, Paul Dettart, Biological Education in American Secondary Schools 1890 - 1960, Biological Sciences Curriculum Study Bulletin No. 1, AIBS Publication, 1961, 263 pp.
- Hutto, Thomas A., "The BSCS Program: Reaction from Students, Teachers, and Parents," School Science and Mathematics, vol. 65, No. 12, December, 1965, pp. 764 - 767.
- Ivo, L., B.V.M., "BSCS: One Teacher Speaking to Another," National Catholic Educational Association Bulletin, vol. 59, No. 8, August 1962, pp. 309 - 313.
- Klinckmann, Evelyn, "The BSCS Program for the Teaching of Biology," National Catholic Educational Association Bulletin, vol. 59, August, 1962, pp. 301 - 309.
- Lee, Addison E., "The Principle Function of Laboratory," BSCS Newsletter No. 3, May, 1960.
- - - - -, "The Experimental Approach in Teaching Biology" The American Biology Teacher, vol. 23, No. 11, November, 1961, pp. 409 - 411.

~~Chas~~

Lighter, Jerry P., "The BSCS and Advanced Biology," The American Biology Teacher, vol. 26, No. 5, May, 1964, pp. 338 - 340.

- - - - -, "The Outlook for High School Biology Teaching," The American Biology Teacher, vol. 28, No. 4, April, 1968, pp. 257 - 259.

Lisonbee, Lorenzo and Fliceler, Louis A., "The BSCS and the Slow Learner," The American Biology Teacher, vol. 26, No. 5, May, 1964, pp. 334 - 337.

Lisonbee, Lorenzo and Fullerton, Bill J., "The Comparative Effect of BSCS and Traditional Biology on Student Achievement," School Science and Mathematics, vol. 64, No. 7, October, 1964, pp. 594 - 598.

Mayer, William V., "Biology for the 20th Century," The American Biology Teacher, vol. 29, No. 4, May, 1967, pp. 356 - 361.

Meyer, Wayne A., "Reflections After Ten Years of Teaching High School Biology," The American Biology Teacher, vol. 30, No. 4, April, 1968, pp. 260 - 263.

Newton, David E., "The Dishonesty of Inquiry Teaching," School Science and Mathematics, vol. 68, No. 9, December, 1968, pp. 307 - 346.

OECD, New Thinking in School Biology, Organization for Economic Co-operation and Development Publications, Paris, 1961, 246 pp.

Palmer, Ira, "Introduction," BSCS Biology - Implementation in the School, Biological Sciences Curriculum Study, Bulletin No. 3, Boulder, Colorado, June, 1964.

Peterson, Alan, "Some Observations on Biology Teacher and Teaching,"
The American Biology Teacher, vol. 28, No. 3, March, 1966,
 pp. 173 - 175.

- - - - -, "BSCS International Cooperation," The Science Teacher,
 vol. 34, No. 1, January, 1967.

Rutherford, P. James, "The Role of Inquiry in Science Teaching,"
Journal of Research in Science Teaching, vol. 2, Issue 2, 1964,
 pp. 80 - 84.

Schuyler, Arent H., "High School Biology Texts - - 1959 - 1966,"
The American Biology Teacher, vol. 29, No. 5, May, 1967,
 pp. 378 - 381.

Schwab, Joseph J., Biology Teachers' Handbook, John Wiley and Sons, Inc.,
 New York and London, 1963.

- - - - -, "Some Reflections on Science Education," Reading in Science
 Education for the Secondary School, edited by Hans O. Anderson,
 The Macmillan Company, New York, 1969, pp. 345 - 346.

Suchman, R.J., "Rebuilding the Science Program, Inquiry Training in
 the Elementary School," The Science Teacher, vol. 27, No. 7,
 November, 1960, pp. 42 - 47.

- - - - -, "The Illinois Studies in Inquiry Training," Journal of
 Research in Science Teaching, vol. 2, Issue 3, 1964, pp. 230 - 252.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W., Teaching Science By Inquiry

in the Secondary School, Charles E. Merrill Publishing Co.,
Columbus, Ohio, 1967.

Unesco, New Trends in Biology Teaching, The United Nations Educational,
Scientific and Cultural Organization, Place de Fontenoy, Paris,
1969, v. 2, 367 pp.

VanDeventer, W. C., "BSCS Biology," School Science and Mathematics,
vol. 63, February, 1963, pp. 89 - 93.

- - - - -, "BSCS Materials in the Preparation of Teachers of Biology"
School Science and Mathematics, vol. 64, November, 1963, pp. 683-693.

Wong, Harry K., "The Ideal Approach to the Teaching of Biology,"
National Catholic Educational Association Bulletin, vol. 62,
No. 1, August 1965, pp. 364 - 370.

- - - - , "Inquiry Training in a Biology and Research Program,"
School Science and Mathematics, vol. 65, No. 7, October, 1965,
pp. 593 - 596.
