

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

อัครเดช จำนงค์ธรรม

คู่มือนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิปันชาติ

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

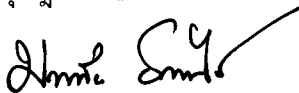
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

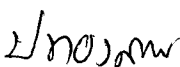
คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิตและคณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต ได้พิจารณา
คุณวุฒิบัณฑิตของ อัครเดช จำนงศ์ธรรม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุณวุฒิบัณฑิต



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

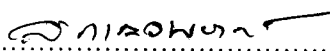
(ดร.มณฑิธร ชมคอกไม้)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

คณะกรรมการสอบคุณวุฒิบัณฑิต



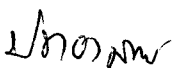
..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี กาญจนชาตรี)



..... กรรมการ

(ดร.มณฑิธร ชมคอกไม้)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับคุณวุฒิบัณฑิตฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา



..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 25 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

55810132: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ด. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: การพัฒนาหลักสูตร/ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน/ สะเต็มศึกษา/ การจัดการเรียนรู้

อัครเดช จานงศ์ธรรม: การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร (CURRICULUM DEVELOPMENT OF BASIC SCIENCE COURSE ON BIOMOLECULES LEARNING UNIT THROUGH STEM EDUCATION APPROACH APPLIED FOR MATTHAYOMSUKSA IV STUDENTS IN SCHOOLS UNDER BANGKOK METROPOLITAN)

คณะกรรมการควบคุมคุุณชีพันธ์: มณฑิธร ชมดอกไม้, ก.ด., ปริญญา ทองสอน, ศษ.ด. 291 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ขั้นที่ 2 การสร้างหลักสูตร ขั้นที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร และขั้นที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ t-test (Dependent sample) ผลการวิจัย พบว่า

1. ได้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างเนื้อหา และเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ผลการประเมินคุณภาพหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทุกองค์ประกอบมีความเหมาะสม

2. ผลการทดลองใช้หลักสูตร ปรากฏว่า

2.1 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ในระดับมาก

55810132: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; Ed.D. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORD: CURRICULUM DEVELOPMENT/ BASIC SCIENCE COURSE/ STEM EDUCATION/ LEARNING MANAGEMENT

AKKARADET JAMNONGTAM: CURRICULUM DEVELOPMENT OF BASIC SCIENCE COURSE ON BIOMOLECULES LEARNING UNIT THROUGH STEM EDUCATION APPROACH APPLIED FOR MATTHAYOMSUKSA IV STUDENTS IN SCHOOLS UNDER BANGKOK METROPOLITAN. DISSERTATION ADVISORS: MONTIEN CHOMDOKMAI, Ph.D., PARINYA TONGSON, Ph.D. 291 P. 2017.

The objective of this study was to develop and examine the consequences of basic science course's curriculum on the topic of biomolecules through STEM study by applying learning management approach for Matthayomsuksa IV students in schools under Bangkok Metropolitan. There were four phases in developing the curriculum; 1) study basic information of the course, 2) create the curriculum, 3) pilot the curriculum, 4) evaluate the curriculum by examining the result of the assessment from 42 Matthayomsuksa IV students, Naluang School. The sample was selected using cluster random sampling. The instruments exploited in this study were course management plan, achievement test, evaluation of innovation according to STEM study, evaluation of satisfaction. The statistics used in this study were mean, standard deviation, and t-test.

The finding of the study were as follows;

1. The curriculum of basic science course's curriculum on the topic of biomolecules through STEM study by applying learning management approach for Matthayomsuksa IV students in schools under Bangkok Metropolitan which comprises 8 components, namely problems and necessities, principles, objectives, structures, contents, and time allocation, indicators, learning procedures, instructional media, and evaluation was appropriate and qualified approval due to the curriculum evaluation of the academic expert.

2. The finding of the pilot of the curriculum were as follows;

2.1 The average scores of students' posttest were higher than students' pretest at significant .01 level.

2.2 The average scores of students' posttest were higher than the standard at significant .01 level.

2.3 The average scores of students' innovation related to STEM study were higher than the standard at significant .01 level.

2.4 Students were satisfied with basic science course on the topic of biomolecules through STEM study by applying learning management approach in high level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....	10
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
นิยามศัพท์เฉพาะ	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้	
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	14
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา	38
สะเต็มศึกษา	59
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น	79
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	90
ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	95
ความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	109
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	111
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	123
ตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน.....	123
ตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร.....	136

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร	140
ตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร	154
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	156
ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร	156
ผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้น	159
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	165
สรุปผลการวิจัย.....	166
อภิปรายผลการวิจัย.....	167
ข้อเสนอแนะ.....	175
บรรณานุกรม.....	177
ภาคผนวก	188
ภาคผนวก ก.....	189
ภาคผนวก ข.....	194
ภาคผนวก ค.....	220
ภาคผนวก ง.....	230
ภาคผนวก จ.....	238
ภาคผนวก ฉ.....	283
ประวัติย่อของผู้วิจัย	291

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	2
2	คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง.....	4
3	คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง.....	5
4	โครงสร้างรายวิชาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	25
5	โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์..	27
6	โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มการเรียนรู้ ศิลป์-สังคม.....	29
7	โครงสร้างมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ สาระสำคัญ/ หน่วยการเรียนรู้/ เวลา.....	32
8	โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล	37
9	การสังเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร	45
10	การสังเคราะห์รูปแบบของการพัฒนาหลักสูตร	55
11	รูปแบบการสอนโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (BSCS): บทบาทครู.....	83
12	การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินรวมถึงประเด็นที่จะประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	101
13	ตัวอย่างรูบริกส์ (Rubrics) แบบภาพรวมเพื่อประเมินการนำเสนอปากเปล่า	106
14	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการทำโครงการทดลองวิทยาศาสตร์	107
15	ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและนำมาใช้จัดทำเอกสารจัดการความรู้.....	124
16	ข้อมูลที่ได้จากการจัดการความรู้และนำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	132

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
17 รายละเอียดเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	143
18 ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร	157
19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้.....	160
20 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด	160
21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่กำหนด	161
22 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัด การความรู้.....	161
23 ความเหมาะสมของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาจากค่า ความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	221
24 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 80 ข้อ โดยพิจารณา จากค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	225
25 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 68 ข้อ และคัดเลือกจำนวน 50 ข้อที่มีคุณภาพไปใช้ในงานวิจัย	227
26 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา จำนวน 10 ข้อ โดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	228
27 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพิจารณาจาก ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	229

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	232
29	คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	234

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 การนำสะเต็มศึกษามาใช้แก้ปัญหาในระบบการศึกษาในสหรัฐอเมริกา	63
3 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	69
4 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์	70
5 แนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาทั้ง 4 ระดับ ที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียน.....	72
6 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary): กระดืบข้าว	73
7 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา.....	74
8 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary): กิจกรรม ไขในอะไร สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	77
9 แผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	78
10 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	89

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยเกี่ยวกับสมอง และการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้กระบวนการทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นการพัฒนาผู้เรียนทางด้านทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณ์ ฯลฯ รวมทั้งด้านทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงเน้นการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และการบูรณาการเรียนในห้องเรียน และชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนต่อไปในขั้นสูงขึ้นไปเพื่อเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคต เพิ่มมูลค่า และสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศทางด้านเศรษฐกิจ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556)

ในการเตรียมผู้เรียนเพื่อจะเรียนต่อไปในขั้นสูงขึ้นไปนั้น ผู้เรียนทุกคนก็ต้องเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน ชีวิตการทำงานและเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

สภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับนานาชาติ พบว่า ผู้เรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยพิจารณาผลการทดสอบ PISA 2015 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2012 วิชาวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

นอกจากผลการประเมินผลการเรียนระดับนานาชาติดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนที่ต่ำ โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ 32.54 % 33.40 % และ 34.99 % ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559) ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559)

ระดับชั้น	ปีการศึกษา		
	2557	2558	2559
มัธยมศึกษาปีที่ 6	32.54 %	33.40 %	34.99 %

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนวิทยาศาสตร์จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิพื้นฐาน (O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับน้อย แสดงว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนในประเทศไทยยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับสูงต่อไป

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศที่ประกอบด้วยผู้คนหลากหลายอาชีพ และประชากรส่วนมากเดินทางมาจากทั่วประเทศ เพื่อประกอบอาชีพต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดปัญหาสังคม นานัปการ รวมทั้งการเจริญเติบโตแบบต่อเนื่องอย่างไม่มีทิศทางในอัตราสูง เช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน นับเป็นภาระอันหนักยิ่งในการบริหารจัดการเพื่ออำนวยความสะดวกด้านสาธารณูปโภค และสาธารณูปการ การจัดการศึกษา ตลอดจนสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพให้สามารถสนองความต้องการ และความคาดหวังของประชาชนชาวกรุงเทพมหานคร กล่าวคือ หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบ เรื่องนี้ จะต้องมึรูปแบบโครงสร้างการบริหารที่มีอำนาจหน้าที่อันเหมาะสม พร้อมทั้งมีระบบ การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ จึงสามารถอำนวยความสะดวกแก่ประชาชนชาวกรุงเทพมหานครได้อย่างแท้จริงและทั่วถึง

สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร มีภารกิจในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานในระบบโรงเรียนให้แก่เด็กและเยาวชนของกรุงเทพมหานคร โดยมีโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 437 โรงเรียน กระจายในพื้นที่ 50 สำนักงานเขต มีนักเรียน 294,266 คน แบ่งเป็นระดับอนุบาลศึกษาจำนวน 50,623 คน ระดับประถมศึกษาจำนวน 206,409 คน มัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 34,225 คน และมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 3,009 คน ครูจำนวน 14,769 คน โรงเรียนที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 429 โรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีจำนวน 108 โรงเรียนและระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 9 โรงเรียน ส่วนโรงเรียนที่จัดการเรียนร่วมให้แก่ผู้ด้อยโอกาส พิการ และบกพร่องทางสติปัญญา จำนวน 128 โรงเรียน (สำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานครได้ดำเนินการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตลอดจนนโยบายของรัฐในการศึกษาตามกรอบทิศทางการพัฒนาการศึกษาในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) ที่สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559) และนโยบายของคณะผู้บริหารกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดวิสัยทัศน์ยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการศึกษาเพื่อให้โรงเรียนมีคุณภาพมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการบริหารการเรียนการสอน ส่งเสริมให้มีการสอนภาษาต่างประเทศ โดยครูชาวต่างประเทศ พัฒนาโรงเรียนด้วยระบบเครือข่ายโรงเรียน โดยนำชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาในรูปแบบคณะกรรมการสถานศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมทั้งความร่วมมือจากหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองนโยบายและแก้ปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลเฉลี่ยคะแนน O-NET ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าระดับประเทศ คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับกรุงเทพมหานคร 27.71 % ระดับประเทศ 31.62 % (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559) และเมื่อพิจารณาผลเฉลี่ยคะแนน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558-2559 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 28.97 (SD 6.61) และ 27.71 (SD 6.07) ตามลำดับ (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

ระดับชั้น	ปีการศึกษา			
	2558		2559	
	Mean	SD	Mean	SD
ประเทศ	33.40	8.43	31.62	8.96
กรุงเทพมหานคร	30.29	6.70	28.71	6.04
โรงเรียนนาหลวง	28.97	6.61	27.71	6.07

เมื่อพิจารณาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง พบว่าต่ำกว่าระดับจังหวัดและระดับประเทศ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพฤติกรรมการไม่สนใจของนักเรียน รวมทั้งผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ไม่หลากหลาย และมีการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์กับชีวิตประจำวันน้อย ส่งผลให้นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของเนื้อหาวิชาที่เรียน และเบื่อหน่ายในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์จึงไม่ปฏิบัติตามเป้าหมายของโรงเรียนที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นสาระเกี่ยวกับวิชาเคมีอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับจังหวัดและระดับประเทศ สอดคล้องกับรายงานผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาหลวง พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีพื้นฐาน ปีการศึกษา 2558 และ 2559 เป็น 2.47 และ 2.60 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียนโดยกำหนดไว้ที่ 2.80 หรือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป อีกทั้งจากสังเกต และประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในชั่วโมงสอนวิชาเคมีพื้นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการค่อนข้างต่ำ (กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนนาหลวง, 2559) ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

สาระการเรียนรู้	ปีการศึกษา					
	2558			2559		
	Mean			Mean		
	โรงเรียน นาหลวง	กทม.	ประเทศ	โรงเรียน นาหลวง	กทม.	ประเทศ
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	29.90	31.59	35.59	37.58	36.18	39.41
ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	36.97	37.99	42.59	29.70	34.51	40.86
สารและสมบัติสาร	25.17	26.61	29.74	24.24	32.63	36.86
แรงและการเคลื่อนที่	25.25	25.76	28.59	25.42	25.94	30.72
พลังงาน	27.94	32.67	36.54	28.79	22.33	25.14
กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	34.39	36.37	39.66	25.99	27.30	27.93
ดาราศาสตร์และอวกาศ	25.68	26.34	27.83	26.24	23.34	24.92
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	30.33	31.54	33.32	27.65	28.82	27.74

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวมา ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสถานศึกษายังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชาติและระดับนานาชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ประกอบกับปัญหาและความต้องการของท้องถิ่นที่มีคุณลักษณะเฉพาะทางด้านการบริหารจัดการด้านการศึกษา ทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นควรที่จะพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการพัฒนาหลักสูตรมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดทิศทางการจัดการศึกษาให้แตกต่างไปจากเดิมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีการหรือกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เห็นความสำคัญและประโยชน์ของสิ่งที่เรียน สามารถพัฒนา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผลทำให้ได้คะแนน การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) สูงขึ้นด้วย

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นคำย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในชั้นเรียนกับบริบทโลกแห่งความเป็นจริง เกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดร.พรพรรณ ไทพยางกูร ผู้อำนวยการ สสวท. เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่า “...แนวคิดในเรื่องสะเต็มศึกษานั้น เป็นกระบวนการเชิงระบบแบบวิทยาศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน จากการค้นพบ การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพได้...” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) นอกจากนี้ การจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ สะเต็มศึกษา ยังเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติทั้ง 4 วิชานี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี ในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนปฏิบัติการ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องด้วยเป็นรูปแบบที่เน้นพัฒนากระบวนการเรียนรู้แก่ผู้เรียน สอนให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สืบสวน สอบสวนเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ดังนั้นครูจึงต้องมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนรู้ และค้นพบตัวเองมากที่สุด นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้มี

ความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ มีความมุ่งมั่น และมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของความ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารข้อมูลสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ การทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างประสบการณ์ของตัวผู้เรียนเองนั้น จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สร้างสรรค์ สร้างคำถามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบาย พยากรณ์ และควบคุมโลก (วรัญญา จิระวิบูลวรรณ, 2544 อ้างถึงใน นัสรินทร์ ปือชา, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้สามารถนำเอาความรู้ ทักษะ และ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (สุพรรณณี ชาญประเสริฐ, 2557) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่การเรียนรู้เนื้อหาเพื่อการท่องจำ แต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ที่มีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กำลังได้รับความสนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน

ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของสจัด อุทรานันท์ เป็นหลัก และนำมาพิจารณาร่วมกับแนวคิดของนักพัฒนาหลักสูตรท่านอื่น ๆ สรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) การสร้างหลักสูตร 3) การทดลองใช้หลักสูตร และ 4) การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร โดยในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการความรู้ คือ การรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กร ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสารมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้ และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลให้องค์กรมีความสามารถในเชิงแข่งขันสูงสุด การจัดการความรู้จึงถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดกิจกรรม เป็นกระบวนการทำงานในทุกเรื่อง

และในเนื่องงานการศึกษาที่ทำอยู่ ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มสมรรถนะของบุคคลและองค์กร อันได้แก่ ความรู้ และปัญญา ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพงานการศึกษาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำการจัดการ ความรู้มาเป็นขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวมาข้างต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3. ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สาร ชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

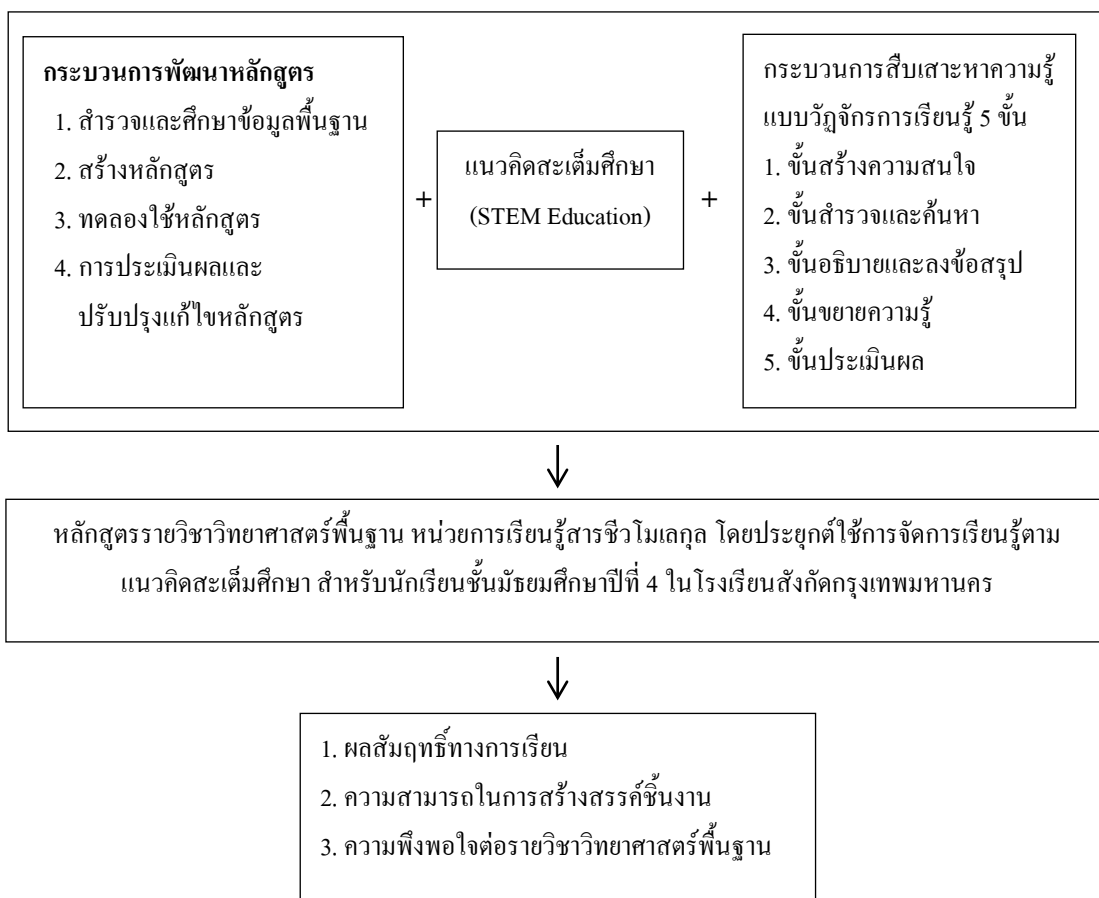
กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ 1) ดำรวจและศึกษาข้อมูล พื้นฐาน 2) สร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดย ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3) ทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 4) การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการนำหลักสูตรหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้กับนักเรียนใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation)

จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยนำมาประสานความคิดเป็นกรอบรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังรายละเอียดที่แสดงผลในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นประโยชน์กับ โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครและส่งเสริมให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
4. ได้ข้อมูลสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อ โรงเรียนในการพิจารณาปรับปรุง หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 101 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้วิธีการจับสลาก
3. เนื้อหาของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 3.1) คาร์โบไฮเดรต 3.2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ 3.3) ลิปิด
4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.2.2 ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 4.2.3 ความพึงพอใจต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อให้ได้เอกสารรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน การทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และการปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

2. หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง เอกสารรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วยหลักการ จุดหมาย โครงสร้าง เนื้อหา เวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

3. แนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง องค์ความรู้วิชาการที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการดำเนินชีวิต

4. การจัดการความรู้ หมายถึง การรวบรวมความรู้สู่การปฏิบัติซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ เจตคติในงาน ประสิทธิภาพการทำงาน และพฤติกรรมการทำงานของแต่ละบุคคล ซึ่งปฏิบัติงานเรื่องเดียวกันหรือคนละเรื่อง แล้วประชุมหรือสัมมนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกันและกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ เมื่อรวบรวมแล้วก็มีมีการนำความรู้ที่ได้มาสังเคราะห์ วิเคราะห์หรือจัดระบบใหม่ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้เทคนิคการจัดการความรู้ในขั้นตอนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. ผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

5.3 ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ผลจากการประเมินความสามารถของนักเรียนจากการให้คะแนนชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยพิจารณาตามความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5.4 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์งาน 2) การวางแผน 3) การบูรณาการความรู้ 4) การเลือกใช้วัสดุ 5) การทำชิ้นงาน 6) ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน 7) คุณค่าและประโยชน์ของชิ้นงาน 8) ความคิดสร้างสรรค์ 9) การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์ และ 10) การทำงานกลุ่ม

5.5 ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5.6 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

6. เกณฑ์ หมายถึง ข้อกำหนดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่เป็นที่น่าพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนเป็นผู้กำหนดขึ้น และได้กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา
3. สะเต็มศึกษา
4. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
7. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่เกิดจากการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้มีความเหมาะสมชัดเจน ทั้งเป้าหมายของหลักสูตร การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน กระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติใน ระดับเขตพื้นที่การศึกษา โดยมีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะของผู้เรียน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตร (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน

การเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ 8 สาระ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. ทดลองและอธิบายการรักษาคูลยภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคูลยภาพของน้ำในพืช
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคูลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของรักษาคูลยภาพของน้ำในพืช
4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคูลยภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
5. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลรักษาสุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีววิทยาสัตว์และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก
2. อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
3. วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ
2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา
3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ
4. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร
5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวันรวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ
4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์
6. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต
8. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

9. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และอธิบายการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนาม แม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

2. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

3. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น
2. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียงความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์และการเสนอวิธีป้องกัน
4. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
5. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน
6. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และการนำไปใช้ประโยชน์
8. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี
9. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพ รังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อมการใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. สืบค้นและอธิบายหลักการในการแบ่งโครงสร้างโลก
2. ทดลองเลียนแบบและอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีภาคของโลก
3. ทดลองเลียนแบบ และอธิบายกระบวนการเกิดภูเขา รอยเลื่อน รอยคดโค้ง แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด
4. สืบค้นและอธิบายความสำคัญของปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาแผ่นดินไหวภูเขาไฟระเบิดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
5. ตำรา วิเคราะห์และอธิบายการลำดับชั้นหิน จากการวางตัวของชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์และ โครงสร้างทางธรณีวิทยา เพื่ออธิบายประวัติความเป็นมาของพื้นที่
6. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายประโยชน์ของข้อมูลทางธรณีวิทยา

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. สืบค้นและอธิบายการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ
2. สืบค้นและอธิบายธรรมชาติและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. สืบค้นและอธิบายการส่งและคำนวณความเร็วในการโคจรของดาวเทียมรอบโลก
2. สืบค้นและอธิบายประโยชน์ของดาวเทียมในด้านต่าง ๆ
3. สืบค้นและอธิบายการส่งและสำรวจอวกาศโดยใช้ยานอวกาศและสถานีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม. 4-ม. 6

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐาน ของความรู้และความเข้าใจ ทางวิทยาศาสตร์ หรือ ความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

2. สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลอง หรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

3. ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

4. เลือกวัสดุ เทคนิควิธี อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัดการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

5. รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครอบคลุมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

6. จัดกระทำข้อมูล โดยคำนึงถึงการรายงานผลเชิงตัวเลขที่มีระดับความถูกต้องและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม

7. วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบ กับสมมติฐานที่ตั้งไว้

8. พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

9. นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการ และองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

10. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

11. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผล ใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งทำทนายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวัง อันจะนำมาสู่ การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

12. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และ/ หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีความมุ่งมั่นในเรื่องการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น

กระทรวงศึกษาธิการยังได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) ไว้ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย
18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้
20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต้องเข้าใจเนื้อหาวิชาที่มีความหลากหลายในด้านวิชาการ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง สามารถตั้งสมมติฐานโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้าง

องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้าน การเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2) ซื่อสัตย์ สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รักความเป็นไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ

โดยสรุป คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คือ ลักษณะที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน อันเป็นคุณลักษณะที่สังคมต้องการในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม จิตสำนึก สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คุณภาพผู้เรียน สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สามารถสรุปได้ว่า หลักสูตรมีความมุ่งเน้นในเรื่องการเชื่อมโยงความรู้ มีทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนมี

ส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกชั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมถึงมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำจุดเด่น และคุณลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นมาพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ต่อไป

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนาหลวง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

ตารางที่ 4 โครงสร้างรายวิชาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

รายวิชาพื้นฐาน			
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนชั่วโมง/ ภาคเรียน	จำนวน หน่วยกิต
ว 30101	วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ฟิสิกส์)	60	1.5
ว 30102	วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (เคมี)	60	1.5
ว 30103	วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ชีววิทยา)	60	1.5
ว 30104	โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ	60	1.5
ว 30201	ฟิสิกส์ 1	80	2.0
ว 30202	ฟิสิกส์ 2	80	2.0
ว 30203	ฟิสิกส์ 3	80	2.0
ว 30204	ฟิสิกส์ 4	80	2.0
ว 30205	ฟิสิกส์ 5	80	2.0
ว 30221	เคมี 1	60	1.5
ว 30222	เคมี 2	60	1.5
ว 30223	เคมี 3	60	1.5
ว 30224	เคมี 4	60	1.5

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายวิชาพื้นฐาน			
รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนชั่วโมง/ ภาคเรียน	จำนวน หน่วยกิต
ว 30225	เคมี 5	60	1.5
ว 30241	ชีววิทยา 1	60	1.5
ว 30242	ชีววิทยา 2	60	1.5
ว 30243	ชีววิทยา 3	60	1.5
ว 30244	ชีววิทยา 4	60	1.5
ว 30245	ชีววิทยา 5	60	1.5
ว 30261	โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ 1	60	1.5
ว 30262	โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ 2	60	1.5
ว 30263	โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ 3	60	1.5

ตารางที่ 5 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค	รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค
รายวิชาพื้นฐาน	13.0 นก./ 520 ชม.	รายวิชาพื้นฐาน	6.5 นก./ 260ชม.
ท 31101 ภาษาไทยพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.	ท 31102 ภาษาไทยพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.
ค 31101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	2.0 นก./ 80 ชม.	ค 31102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.
ว 31101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ฟิสิกส์)	1.5 นก./ 60 ชม.	ส 31103 สังคมศึกษา	1.0 นก./ 40 ชม.
ว 31102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (เคมี)	1.5 นก./ 60 ชม.	ส 31104 ประวัติศาสตร์ศึกษา	0.5 นก./ 20 ชม.
ว 31103 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ชีววิทยา)	1.5 นก./ 60 ชม.	พ 31102 สุขศึกษาฯ พื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 30104 โลกดาราศาสตร์ฯ	1.5 นก./ 60 ชม.	ศ 31101 นาฏศิลป์	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 31101 สังคมศึกษา	1.0 นก./ 40 ชม.	ง 31102 งานเกษตร	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 31103 ประวัติศาสตร์ศึกษา	0.5 นก./ 20 ชม.	อ 31102 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน	2.0 นก./ 80 ชม.
พ 31101 สุขศึกษาฯ พื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.		
ศ 31101 ทักษะศิลป์	0.5 นก./ 20 ชม.		
ง 31101 เทคโนโลยีพื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.		
อ 31101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.		
รายวิชาเพิ่มเติม	3.0 นก./ 120 ชม.	รายวิชาเพิ่มเติม	9.5 นก./ 380 ชม.

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ภาคเรียนที่ 1			ภาคเรียนที่ 2		
รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค		รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค	
ค 31201	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1	1.0 นก./ 40 ชม.	ค 31202	คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2	2.0 นก./ 80ชม.
อ 31201	ภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน	0.5 นก./ 20 ชม.	ว 30201	ฟิสิกส์ 1	2.0 นก./ 80 ชม.
ง 30241	คอมพิวเตอร์กราฟฟิก	1.5 นก./ 60 ชม.	ว 30221	เคมี 1	1.5 นก./ 60 ชม.
			ว 30241	ชีววิทยา 1	1.5 นก./ 60 ชม.
			พ 30201	กีฬาฟุตบอล	0.5 นก./ 20 ชม.
			อ 31201	ภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน	1.0 นก./ 40 ชม.
			* _____	เลือกจากกลุ่มสาระ	1.0 นก./ 40 ชม.
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60 ชม.		กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60 ชม.	
กิจกรรมแนะแนว	20 ชม.		กิจกรรมแนะแนว	20 ชม.	
กิจกรรมนักเรียน			กิจกรรมนักเรียน		
- ชมรม/ ชุมนุ่ม	20 ชม.		- ลูกเสือ/ เนตรนารี	20 ชม.	
- กิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์	20 ชม.		- กิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์	20 ชม.	
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	แทรกใน		กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	แทรกในทุกกิจกรรม	
	ทุกกิจกรรม (10 ชม.)			(10 ชม.)	
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	700		รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	700	
รวมเวลาเรียนทั้งปี 1,400 ชั่วโมง					

ตารางที่ 6 โครงสร้างเวลาเรียนหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มการเรียนรู้ ศิลป์-สังคม

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค	รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค
รายวิชาพื้นฐาน	13.0 นก./ 520 ชม.	รายวิชาพื้นฐาน	6.5 นก./ 260 ชม.
ท 31101 ภาษาไทยพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.	ท 31102 ภาษาไทยพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.
ค 31101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	2.0 นก./ 80 ชม.	ค 31102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.
ว 31101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ฟิสิกส์)	1.5 นก./ 60 ชม.	ส 31103 สังคมศึกษา	1.0 นก./ 40 ชม.
ว 31102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (เคมี)	1.5 นก./ 60 ชม.	ส 31104 ประวัติศาสตร์ศึกษา	0.5 นก./ 20 ชม.
ว 31103 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (ชีววิทยา)	1.5 นก./ 60 ชม.	พ 31102 สุขศึกษาฯ พื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 30104 โลกดาราศาสตร์ฯ	1.5 นก./ 60 ชม.	ศ 31101 นาฏศิลป์	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 31101 สังคมศึกษา	1.0 นก./ 40 ชม.	ง 31102 งานเกษตร	0.5 นก./ 20 ชม.
ส 31103 ประวัติศาสตร์ศึกษา	0.5 นก./ 20 ชม.	อ 31102 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน	2.0 นก./ 80 ชม.
พ 31101 สุขศึกษาฯ พื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.		
ศ 31101 ทักษะศิลป์	0.5 นก./ 20 ชม.		
ง 31101 เทคโนโลยีพื้นฐาน	0.5 นก./ 20 ชม.		
อ 31101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน	1.0 นก./ 40 ชม.		
รายวิชาเพิ่มเติม	3.0 นก./ 120 ชม.	รายวิชาเพิ่มเติม	9.5 นก./ 380 ชม.
ค 31201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 1	1.0 นก./ 40 ชม.	ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2	2.0 นก./ 80ชม.
อ 31201 ภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน	0.5 นก./ 20 ชม.	ว 30201 STEM	4.0 นก./ 160 ชม.

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค	รายวิชา/ กิจกรรม	เวลาเรียน/ ภาค
ง 30241 คอมพิวเตอร์กราฟฟิก	1.5 นก./ 60 ชม.	ทักษะชีวิต	1.0 นก./ 40 ชม.
		พ 30201 กีฬาฟุตบอล	0.5 นก./ 20 ชม.
		อ 31201 ภาษาอังกฤษอ่าน-เขียน	1.0 นก./ 40 ชม.
		* _____ เลือกรายวิชาจากกลุ่มสาระ	1.0 นก./ 40 ชม.
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60 ชม.	กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	60 ชม.
กิจกรรมแนะแนว	20 ชม.	กิจกรรมแนะแนว	20 ชม.
กิจกรรมนักเรียน		กิจกรรมนักเรียน	
- ชมรม / ชุมนวม	20 ชม.	- ลูกเสือ / เนตรนารี	20 ชม.
- กิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์	20 ชม.	- กิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์	20 ชม.
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	แทรกในทุกกิจกรรม (10 ชม.)	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	แทรกในทุกกิจกรรม (10 ชม.)
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	700	รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	700
รวมเวลาเรียนทั้งปี 1,400 ชั่วโมง			

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (เคมี) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียน
นาหลวง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา วิเคราะห์ โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออน แรงยึด
เหนี่ยวระหว่างอะตอม พันธะเคมี สมบัติของสารเนื่องจากพันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี สมการเคมี อัตรา
การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปิโตรเลียม ไฮโดรคาร์บอน แก๊สธรรมชาติ มอนอเมอร์ พอลิเมอร์ สารชีว
โมเลกุล คาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิก

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ
การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด สามารถสื่อสารสิ่งที่
เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ใน
ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4/ (1-3) ว 3.1 ม.4/ (4-5) ว 3.2 ม.4 / (1-2) ว 3.2 ม.4/ (3-4)
ว 3.2 ม.4/ (5-6) ว 3.2 ม.4/ (7-9) ว 8.1 ม.4/ (1-12) รวม 26 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 7 โครงสร้างมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ สาระสำคัญ/ หน่วยการเรียนรู้/ เวลา

ลำดับ ที่	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	หน่วยที่/ ชื่อ หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ว 3.1 ม.4/ 1-3	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบ ต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง - อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ - อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ - อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น - ตารางธาตุปัจจุบัน จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้ 	1. โครงสร้าง อะตอมและ ตารางธาตุ	8

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	หน่วยที่/ ชื่อ หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	ว 3.1 ม.4/ 4-5	<ul style="list-style-type: none"> - แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็น โครงผลึก หรือ โมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ - จุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของ สารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือดและจุด หลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็ง อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะ ของเหลวและแก๊สตามลำดับ 	2. ธาตุและ สารประกอบ	11
3	ว3.2ม.4/ 1-2	<ul style="list-style-type: none"> - ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี - มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมี บางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม - ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของ สารซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร - ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ให้เป็น ประโยชน์ได้ 	3. ปฏิกิริยาเคมี	11

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	หน่วยที่/ ชื่อ หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ว 3.2 ม.4/ 3-4	<ul style="list-style-type: none"> - การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย - การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน - มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน - การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดร คาร์บอนบางชนิดในรูปของ ไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย 	4. ปิโตรเลียม	6
5	ว 3.2 ม.4/ 5-6	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ โควาเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น - ปฏิกริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบต่อเติมพอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน 	5. พอลิเมอร์	10

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	มาตรฐาน การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	หน่วยที่/ ชื่อ หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
6	ว 3.2 ม.4/ 7-9	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของพอลิเมอร์ ชนิดนั้น ๆ เช่น ใช้พลาสติก ทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม - พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่าง ปลอดภัยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ - คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบนดิกต์ - ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน - ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ - โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือ กรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO₄ กับ NaOH - กรดนิวคลีอิกเป็นสาร โมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของ สิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม 	6. สารชีวโมเลกุล	14

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	มาตรฐาน การเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	หน่วยที่/ ชื่อ หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	ว 8.1 ม.4/ 1-12	- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาศาสตร์		
รวม	7	-	-	60

ตารางที่ 8 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล

หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สารชีวโมเลกุล	คาร์โบไฮเดรต - มอนอแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) - ไดแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลคู่) - พอลิแซ็กคาไรด์	4	ว 3.2	4/ 7 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต
	น้ำมันและไขมัน - องค์ประกอบและโครงสร้างของน้ำมันและไขมัน - ปฏิกิริยาบางชนิดของน้ำมันและไขมัน - ประโยชน์และโทษของน้ำมันและไขมัน	4	ว 3.2	4/ 8 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน
	โปรตีน - คอเลสเตอรอล - ไบโพรตีน - โปรตีนในร่างกาย	3	ว 3.2	4/ 9 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก
	กรดนิวคลีอิก - หน้าที่และความสำคัญของกรดนิวคลีอิก - ความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA	3	ว 3.2	4/ 9 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก
รวม	4	14	-	-

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนาหลวง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ประกอบไปด้วยคำอธิบายรายวิชา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ หน่วยการเรียนรู้และเวลาในการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว.3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิด ปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจะครอบคลุมตัวชี้วัดที่ 7 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต ตัวชี้วัดที่ 8 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน และตัวชี้วัดที่ 9 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิกมาทำการพัฒนาหลักสูตร เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ รวมถึงเนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่สำคัญและนักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตได้จริง นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและสามารถทำกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจน โดยมีเนื้อหาประกอบไปด้วย (1) คาร์โบไฮเดรต (2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ (3) ลิปิด เรียงรวมกันว่า หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา

ความหมายของหลักสูตร

คำว่าหลักสูตร ภาษาอังกฤษ เขียนว่า Curriculum มีความหมายตามความเชื่อทางการศึกษาและความเข้าใจที่แตกต่างกันหลายด้าน ได้มีผู้ให้ความหมายต่าง ๆ ดังนี้

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2543) ได้กล่าวถึง ความหมายของหลักสูตรไว้ 3 ประการ คือ

1. หลักสูตรเป็นศาสตร์ที่มีทฤษฎี หลักการและการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งหมายไว้
2. หลักสูตรเป็นระบบในการจัดการศึกษาโดยมีปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ ครู นักเรียน วัสดุอุปกรณ์ อาคารสถานที่ กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสำเร็จทางการศึกษา เป็นต้น
3. หลักสูตรเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มุ่งประสงค์จะอบรมฝึกฝนผู้เรียนให้เป็นที่ไปตามเป้าหมายที่ต้องการ

พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน (2546) หลักสูตร คือ ประมวลวิชาและกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในการศึกษา เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ธีระ รุญเจริญ (2550) ได้ให้จำกัดความของคำว่า หลักสูตร ดังนี้

1. หลักสูตร หมายถึง ประสบการณ์ทั้งหมดที่จัดให้นักเรียน โดยการควบคุมแนะนำของสถานศึกษาอันเป็นเครื่องมือที่ช่วยบรรลุวัตถุประสงค์ หรือความคาดหวังทางการศึกษาที่ตั้งไว้
2. หลักสูตร เป็นสื่อในการสอนที่โรงเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้เพื่อบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์ (2551) ได้กล่าวว่า หลักสูตรเป็นเนื้อหาสาระสำคัญและกิจกรรมต่าง ๆ ที่สนองวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามที่พึงประสงค์

โชติ เพชรชื่น (2529 อ้างถึงใน พระมหานเตร ดอกมะกล้า, 2551) ได้สรุปความหมายของหลักสูตรไว้ 3 ประการ คือ

1. หลักสูตร หมายถึง เอกสารชุดหนึ่งที่อยู่ถึงปรัชญา หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้าง เนื้อหา และข้อปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล การเรียน ตลอดทั้งคำแนะนำในการที่จะนำหลักสูตรไปใช้
2. หลักสูตร หมายถึง ระบบในการจัดการทางการศึกษา การจัดการศึกษาจะต้องดำเนินการเกี่ยวกับปัจจัยเบื้องต้น (Input) ได้แก่ การจัดการบุคลากร เช่น กิจกรรมการเรียน การสอน การจูงใจนักเรียน เทคนิคการใช้สื่อ เป็นต้น และเกี่ยวกับผลผลิต (Product) ซึ่งได้แก่ สมรรถภาพทางสมอง ความรู้สึกริธีกรรม จริยธรรม ทักษะในการอยู่ร่วมกับบุคคลอื่น เป็นต้น
3. หลักสูตร หมายถึง ศาสตร์สาขาหนึ่ง ซึ่งมีทฤษฎี หลักการ แนวคิด และการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการดังกล่าวใช้ในการจัดการศึกษา เพื่อจัดสร้างและพัฒนาหลักสูตร งานดังกล่าวจะต้องอาศัยผู้มีความรู้ในหลักการหรือทฤษฎีอย่างถ่องแท้ จึงจะทำให้การจัดการศึกษาบรรลุผลดีตามจุดมุ่งหมาย

สังัด อุทรานันท์ (2532 อ้างถึงใน พระมหานเตร ดอกมะกล้า, 2551) ได้สรุปความหมายของหลักสูตรไว้ 4 ประการ คือ

1. หลักสูตร คือ สิ่งที่สร้างขึ้นในลักษณะของรายวิชา ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่ได้จัดเรียงลำดับความยากง่ายหรือเป็นขั้นตอนอย่างดีแล้ว
2. หลักสูตร ประกอบด้วย ประสบการณ์ทางการเรียน ซึ่งได้วางแผนไว้เป็นการล่วงหน้า เพื่อมุ่งหวังจะให้เด็ก ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ

3. หลักสูตรเป็นสิ่งที่สังคมสร้างขึ้นสำหรับให้ประสบการณ์ทางการศึกษาแก่เด็กในโรงเรียน

4. หลักสูตรประกอบด้วย ประสบการณ์ทั้งหมดของนักศึกษาซึ่งเขาได้ทำได้รับรู้และได้ตอบสนองต่อการแนะนำแนวทางของโรงเรียน

กู๊ด (Good, 1973) หลักสูตรประกอบด้วย 3 ความหมาย คือ

ความหมายที่ 1 หลักสูตรคือ กลุ่มวิชาที่จัดไว้เป็นระบบเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาจนจบชั้นตามความต้องการของหมวดวิชา เช่น หลักสูตรสังคมศึกษา หลักสูตรพลานามัย หลักสูตรภาษาต่างประเทศ และหลักสูตรศิลปศึกษา เป็นต้น

ความหมายที่ 2 หลักสูตรคือ คำโคร่งทั่วไปของเนื้อหาหรือสิ่งเฉพาะที่จะต้องสอนตามความต้องการของสถานศึกษาที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ก่อนจะจบชั้นหรือก่อนจะได้รับประกาศนียบัตรเพื่อนำไปประกอบอาชีพได้

ความหมายที่ 3 หลักสูตรคือ กลุ่มวิชา และประสบการณ์ที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามคำแนะนำของโรงเรียนหรือสถานศึกษา

บ็อบบิท (Bobbitt, 1981 อ้างถึงใน บรรพต สุวรรณประเสริฐ, 2544) กล่าวว่า หลักสูตรคือ รายการของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนและเยาวชนจะต้องทำและประสบ โดยการพัฒนาความสามารถเพื่อจะทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีและเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตในวัยผู้ใหญ่

แทนเนอร์ และแทนเนอร์ (Tanner & Tanner, 1995) ได้ให้คำนิยาม หลักสูตร หมายถึง การสร้างความรู้และประสบการณ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเจริญเติบโตในความสามารถ ใช้สติปัญญา ครอบคลุมความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ โดยผ่านเครื่องมือที่เรียกว่า หลักสูตร ผู้เรียนจะเติบโตทางความรู้ความสามารถ เกิดพลังทางสังคม มีความเข้าใจในสิ่งที่จำเป็นสำหรับชีวิตและนำชีวิตไปสู่ที่ดี

โดยสรุป หลักสูตร คือ โครงสร้างของเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่สถานศึกษากำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ทั้งภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมกิจกรรมเสริมสร้างประสบการณ์ตนเอง ซึ่งการจบหลักสูตรจะต้องอาศัยกิจกรรมการเรียนการสอน เวลาเรียน สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลตามเกณฑ์ที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ นำความรู้ที่ได้จากหลักสูตรไปศึกษาต่อระดับที่สูงขึ้น หรือใช้ประกอบอาชีพได้

ความสำคัญของหลักสูตร

หลักสูตรเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการศึกษา หลักสูตรเป็นโครงร่างกำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจะใช้หลักสูตรเป็นเสมือนแม่แบบในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ได้มีการกล่าวถึงความสำคัญของหลักสูตรไว้หลายลักษณะด้วยกัน ดังนี้

สุนีย์ ภูพันธ์ (2546) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของหลักสูตรสรุปได้ ดังนี้

1. หลักสูตรเป็นเสมือนเป้าหมายลอมพลเมืองให้มีคุณภาพ
2. หลักสูตรเป็นโครงการและแนวทางในการให้การศึกษา
3. หลักสูตรเป็นแนวทางในการส่งเสริมความเจริญงอกงามและพัฒนาการของเด็กตาม

จุดหมายของการจัดการศึกษา

4. หลักสูตรเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการจัดประสบการณ์ว่าผู้เรียนและสังคมควรจะได้รับสิ่งใดบ้างที่เป็นประโยชน์แก่เด็กโดยตรง

5. หลักสูตรเป็นเครื่องมือกำหนดว่าเนื้อหาวิชาอะไรบ้างที่จะช่วยให้เด็กมีชีวิตอยู่ในสังคมอย่างราบรื่น เป็นพลเมืองที่ดีของประเทศและบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์แก่สังคม

6. หลักสูตรเป็นเครื่องกำหนดว่าวิธีการดำเนินการดำเนินชีวิตของเด็กให้เป็นไปด้วยความราบรื่นและผาสุกเป็นอย่างไร

7. หลักสูตรย่อมกำหนดแนวทางความรู้ ความสามารถ ความประพฤติทักษะและเจตคติของผู้เรียนในอันที่อยู่ร่วมกันในสังคมและบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนและชาติบ้านเมือง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537 อ้างถึงใน พระมหานเตร ดอกมะกล้า, 2551) ได้สรุปความสำคัญของหลักสูตรไว้ดังนี้

1. หลักสูตรเป็นแผนและแนวทางในการจัดการศึกษาของชาติให้บรรลุตามความมุ่งหมายและนโยบาย

2. หลักสูตรเป็นหลักและเป็นแนวทางในการวางแผนวิชาการ การจัดและการบริหาร การศึกษา การสรรหาและการพัฒนาบุคลากร การจัดวัสดุอุปกรณ์ นวัตกรรมการเรียนการสอน งบประมาณ อาคาร สถานที่ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาให้เหมาะสม และสอดคล้องกับความคาดหวังของหลักสูตร

3. หลักสูตรเป็นเครื่องมือในการควบคุมมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาและคุณภาพผู้เรียนให้เป็นไปตามนโยบายและแผนพัฒนาการศึกษาของประเทศ และสอดคล้องกับความต้องการของแต่ละท้องถิ่น

4. หลักสูตรจะกำหนดความมุ่งหมาย ขอบข่ายของเนื้อหา แนวทางการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน แหล่งทรัพยากร และการประเมินผลสำหรับการจัดการศึกษาของครูและผู้บริหาร

5. หลักสูตรจะเป็นเครื่องชี้ทิศทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพ และสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาสังคมของประเทศ

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) ได้สรุปความสำคัญของหลักสูตรไว้ ดังนี้

1. หลักสูตรเป็นเสมือนเป้าหมายลอมพลเมืองให้มีคุณภาพ
2. หลักสูตรเป็นมาตรฐานของการจัดการศึกษา
3. หลักสูตรเป็นโครงการและแนวทางในการให้การศึกษา
4. ในระดับโรงเรียนหลักสูตรจะให้แนวปฏิบัติแก่ครู
5. หลักสูตรเป็นแนวทางในการส่งเสริมความเจริญงอกงามและพัฒนาการของเด็กตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา
6. หลักสูตรเป็นเครื่องกำหนดแนวทางในการจัดประสบการณ์ว่าผู้เรียนและสังคมควรจะได้รับสิ่งใดบ้างที่จะเป็นประโยชน์แก่เด็กโดยตรง
7. หลักสูตรเป็นเครื่องกำหนดว่าเนื้อหาวิชาอะไรบ้างที่จะช่วยให้เด็กมีชีวิตอยู่ในสังคมอย่างราบรื่น เป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติและบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์แก่สังคม
8. หลักสูตรเป็นเครื่องกำหนดว่า วิธีดำเนินชีวิตของเด็กให้เป็นไปด้วยความราบรื่นและผาสุกเป็นอย่างไร
9. หลักสูตรข้อมทำนายลักษณะของสังคมในอนาคตว่าจะเป็นอย่างไร
10. หลักสูตรข้อมกำหนดแนวทางความรู้ ความสามารถ ความประพฤติ ทักษะ และเจตคติของผู้เรียน ในอันที่จะอยู่ร่วมในสังคม และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนและชาติบ้านเมือง

โดยสรุปแล้วหลักสูตรมีความสำคัญเป็นอย่างมากในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพราะหลักสูตรบอกให้ทราบว่าผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างไร และจะต้องจัดเนื้อหาสาระอย่างไร เครื่องมือวัดผลประเมินผลอย่างไร ดังนั้นหลักสูตรจึงเป็นหัวใจของการจัดการเรียนการสอนและเป็นตัวกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อนำไปสู่ความมุ่งหมาย ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ และเป็นไปตามที่สังคมต้องการ

องค์ประกอบของหลักสูตร

องค์ประกอบของหลักสูตร คือ ส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นหลักสูตรที่สมบูรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน นักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหลักสูตรไว้ ดังนี้

สังัด อุทรานันท์ (2532 อ้างถึงใน มนสิข สิทธิสมบูรณ์, 2546) ได้เสนอไว้ว่าควรเรียงลำดับขององค์ประกอบหลักสูตร ดังนี้ 1) เหตุผลและความจำเป็นของหลักสูตร 2) จุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเฉพาะของหลักสูตร 3) เนื้อหาสาระและประสบการณ์ 4) การเสนอแนะเกี่ยวกับ

การจัดการเรียนการสอน 5) การเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิชาการในชุมชน 6) การประเมินผล

ชำระ บัวศรี (2542) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตร ไว้ดังนี้

1. เป้าประสงค์และนโยบายการศึกษา (Education goals and policies) หมายถึง สิ่งที่รัฐต้องการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในเรื่องที่เกี่ยวกับการศึกษา

2. จุดหมายของหลักสูตร (Curriculum aims) หมายถึง ผลส่วนรวมที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากเรียนรู้จบหลักสูตรไปแล้ว

3. รูปแบบโครงสร้างหลักสูตร (Types and structures) หมายถึง ลักษณะและแผนผังที่แสดงการแจกแจงวิชา หรือกลุ่มวิชา หรือกลุ่มประสบการณ์

4. จุดประสงค์ของวิชา (Subject objectives) หมายถึง ผลที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนวิชานั้นไปแล้ว

5. เนื้อหา (Content) หมายถึง สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ทักษะและความสามารถที่ต้องการให้มี รวมทั้งประสบการณ์ที่ต้องการให้ได้รับ

6. จุดประสงค์ของการเรียนรู้ (Instructional objectives) หมายถึง สิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้มีทักษะและความสามารถหลังจากที่ได้เรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดไว้

7. ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน (Instructional strategies) หมายถึง วิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและมีหลักเกณฑ์เพื่อให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้

8. การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การประเมินผลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและหลักสูตร

9. วัสดุหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน (Curriculum materials and instruction media) หมายถึง เอกสารสิ่งพิมพ์ แผ่นฟิล์ม แถบวีดิทัศน์ ฯลฯ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา เทคโนโลยีการศึกษาและอื่น ๆ ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพและประสิทธิภาพการเรียนการสอน

กรมวิชาการ (2545 อ้างถึงใน รัชัญพัทธ์ หรือรัตนพงศ์, 2554) ได้กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้าง การจัดหลักสูตร การจัดเวลาเรียน การจัดการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ กำกับประเมินผล และรายงาน

ทาบา (Taba, 1962) กล่าวว่า หลักสูตรมีองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้ คือ 1) วัตถุประสงค์ 2) เนื้อหาวิชา 3) วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4) วิธีการประเมินผล

ไทเลอร์ (Tyler, 1949) กล่าวว่า โครงสร้างของหลักสูตร มี 4 ประการ คือ 1) จุดมุ่งหมาย (Educational purpose) ที่โรงเรียนต้องการให้ผู้เรียนเกิดผล 2) ประสบการณ์ทางการศึกษา (Educational experience) ที่โรงเรียนจัดขึ้นเพื่อให้จุดมุ่งหมายบรรลุผล 3) วิธีการจัดประสบการณ์ (Organizational of educational experience) เพื่อให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และ 4) วิธีการประเมิน (Determination of what to evaluate) เพื่อตรวจสอบจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

โบแชมป์ (Beauchamp, 1968) ได้กำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรไว้ 4 ประการ ได้แก่ 1) เนื้อหา 2) จุดมุ่งหมาย 3) การนำหลักสูตรไปใช้ 4) การประเมินผล

จากการศึกษาองค์ประกอบของหลักสูตรจากนักการศึกษาข้างต้น สามารถเขียนตารางวิเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร ดังนี้

ตารางที่ 9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตร

สังกัด อุทรานันท์ (2527)	ธำรง บัวตรี (2542)	กรมวิชาการ (2545)	ทาบา (1962)	ไทเลอร์ (1949)	โบแฮมป์ (1968)	ผลการ สังเคราะห์
1. เหตุผลและความจำเป็นของ หลักสูตร	1. เป้าประสงค์และ นโยบายการศึกษา	1. จุดมุ่งหมาย	1. วัตถุประสงค์	1. จุดมุ่งหมาย การศึกษาที่ โรงเรียนต้องการ ให้ผู้เรียนเกิดผล	1. การกำหนด วัตถุประสงค์	หลักการ/ จุดมุ่งหมาย
2. จุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมาย เฉพาะของหลักสูตร	2. จุดหมายของหลักสูตร 3. รูปแบบโครงสร้าง หลักสูตร	2. โครงสร้าง				โครงสร้าง
3. เนื้อหาสาระและประสบการณ์	4. จุดประสงค์ของวิชา 5. เนื้อหา 6. จุดประสงค์ของ การเรียนรู้	3. การจัดหลักสูตร 4. การจัดเวลาเรียน 5. การจัดการศึกษาสำหรับ กลุ่มเป้าหมายเฉพาะ	2. เนื้อหาวิชา	2. ประสบการณ์ ทางการศึกษา	2. เนื้อหาสาระ	เนื้อหา
4. การเสนอแนะแนวการจัด การเรียนการสอน	7. ยุทธศาสตร์การเรียน การสอน	6. สาระและมาตรฐานการ เรียนรู้	3. วิธีการจัด กิจกรรม	3. วิธีการจัด ประสบการณ์	3. การวางแผน การใช้ หลักสูตร	กิจกรรม การเรียน การสอน/ สื่อ
5. การเสนอแนะการใช้สื่อการเรียน การสอนและแหล่งวิชาการใน ชุมชน	8. การประเมินผล 9. วัสดุหลักสูตรและสื่อ การเรียนการสอน		การเรียน การสอน			การเรียน การสอน
6. การประเมินผล		7. กำกับประเมินผล และ รายงาน	4. วิธีการ ประเมินผล	4. วิธีการประเมิน	4. การพิจารณา ตัดสิน	การวัดและ ประเมินผล

จากตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของหลักสูตรสามารถสังเคราะห์ได้ว่า นักวิชาการเหล่านี้จำแนกองค์ประกอบของหลักสูตรเหมือนกันบ้างแตกต่างกันบ้างในรายละเอียด แต่ในภาพรวมองค์ประกอบที่สำคัญจำเป็นไม่แตกต่างกันซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์และสรุปองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรประกอบด้วย 1) หลักการ/ จุดมุ่งหมาย 2) โครงสร้าง 3) เนื้อหา 4) กิจกรรมการเรียนการสอน/ สื่อการเรียนการสอนและ 5) การวัดและประเมินผล

ประเภทของหลักสูตร

หลักสูตรอาจจำแนกได้หลายประเภท โดยอาศัยเกณฑ์ที่ต่างกัน ดังนี้
 ช่าง บัวศรี (2542 อ้างถึงใน ประสาท เนิ่งเฉลิม, 2553) ได้แบ่งประเภทของหลักสูตรเป็น 10 ประเภท ดังนี้

1. หลักสูตรรายวิชา (Subject curriculum) เป็นรูปแบบหลักสูตรเก่าแก่ที่สุด จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเน้นให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความเข้าใจโลกรอบ ๆ ตัว
2. หลักสูตรสหสัมพันธ์ (Correlated curriculum) เป็นหลักสูตรที่พยายามปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของหลักสูตรรายวิชา โดยนำเอาเนื้อหาวิชาอื่นที่สัมพันธ์มาผนวกเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาตั้งแต่สองวิชาขึ้นไป โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและเนื้อหาไม่ซับซ้อน
3. หลักสูตรผสมผสาน (Fused curriculum) เป็นหลักสูตรที่พยายามลดการเน้นรายวิชา โดยรวมตั้งแต่ 2 วิชาให้เป็นวิชาเดียว แต่ยังคงรักษาเนื้อหาวิชาเดิม
4. หลักสูตรหมวดวิชาแบบกว้าง (Board fields curriculum) เป็นหลักสูตรที่ขยายจากหลักสูตรแบบสหสัมพันธ์และแบบผสมผสานเป็นการนำเอาเนื้อหาของวิชาจากหลาย ๆ วิชา มาจัดเป็นวิชาทั่วไป หลักสูตรนี้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ
5. หลักสูตรวิชาแกน (Core curriculum) เป็นหลักสูตรที่ประสานสัมพันธ์ เนื้อหาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยวิชาใดวิชาหนึ่งหรือกลุ่มวิชาแกน มุ่งตอบสนองความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน โดยทั่วไปแล้วหลักสูตรนี้จะประกอบไปด้วยการรวมวิชาสังคมศึกษากับภาษาศาสตร์เข้าด้วยกัน สอนโดยหลักสูตรเดียว แต่ละวันใช้เวลาตั้งแต่คาบสองขึ้นไป
6. หลักสูตรที่เน้นกิจกรรมและปัญหาทางสังคม (Social activities and problem curriculum) หลักสูตรนี้มีความเชื่อว่าหลักสูตรควรสอดคล้องกับการดำรงชีวิตตามสภาพสังคม ซึ่งควรเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับปัญหาของชีวิตคนในสังคม โดยใช้โรงเรียนเป็นที่อบรมนักเรียนโดยตรง เน้นกิจกรรมหรือปัญหาทางสังคมมากกว่าการเน้นวิชาหรืออย่างอื่น
7. หลักสูตรที่เน้นความต้องการและความสนใจของแต่ละบุคคล (Individual and interest curriculum) เป็นหลักสูตรที่สร้างขึ้นตามความรู้นพื้นฐานความต้องการและความสนใจของผู้เรียน

หลักสูตรมีความยืดหยุ่นสูง ผู้เรียนได้รับคำปรึกษาและได้รับการสอนเป็นรายบุคคลตามความเหมาะสมและกระบวนการเรียนการสอนเน้นเอกัตบุคคล

8. หลักสูตรเพื่อชีวิตและสังคม (Social process and life function curriculum) เป็นหลักสูตรที่มุ่งแก้ไขข้อบกพร่องของหลักสูตรที่ผ่านมาด้วยการรวบรวมความรู้ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ยึดกิจกรรมต่าง ๆ ของคนในสังคมเป็นหลัก ยึดสังคมและชีวิตของเด็กเป็นหลัก ผู้เรียนจะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาในหลักสูตรกับชีวิตจริงของผู้เรียน

9. หลักสูตรบูรณาการ (Integrated curriculum) เป็นหลักสูตรที่รวมประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ประสบการณ์ดังกล่าวเป็นประสบการณ์ที่คัดเลือกจากหลากหลายสาขาวิชาจัดเป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ โดยการบูรณาการเนื้อหาเข้าด้วยกันเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์และต่อเนื่อง

10. หลักสูตรอิงมาตรฐาน (Standards-based curriculum) เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายหรือกรอบทิศทางในการกำหนดเนื้อหา ทักษะกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถบรรลุมาตรฐานที่กำหนด

ศักดิ์ศรี ปาณะกุล (2556) ได้แบ่งประเภทของหลักสูตรไว้ 9 ประเภท ดังนี้

1. หลักสูตรรายวิชา (Subject curriculum) เป็นหลักสูตรที่เก่าแก่มาก จัดโดยยึดแนวทางของปรัชญาการศึกษาแบบนิรันดรนิยมและสารัตถนิยมที่ให้ความสำคัญกับเนื้อหาวิชา ลักษณะของหลักสูตรจัดโดยแยกเป็นรายวิชาตามความเชื่อที่ว่าศาสตร์แต่ละสาขาแยกจากกันชัดเจน และเนื้อหาในแต่ละศาสตร์ได้มีการจัดลำดับไว้เป็นระบบอยู่แล้ว

2. หลักสูตรสัมพันธ์วิชา (Correlated curriculum) เป็นหลักสูตรที่พัฒนามาจากหลักสูตรรายวิชา ทั้งนี้เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของหลักสูตรรายวิชาที่เนื้อหาของหลักสูตรแยกจากกันเด็ดขาด ลักษณะของหลักสูตรยังคงจัดเป็นรายวิชาเดิม แต่ได้มีความพยายามที่จะนำเนื้อหาของวิชาที่ใกล้เคียงกันหรือเกี่ยวข้องกัน 2-3 วิชา มาวางแผนการสอนร่วมกัน

3. หลักสูตรหมวดวิชา (Broad fields curriculum) เป็นหลักสูตรที่พยายามแก้ไขข้อจำกัดของหลักสูตรรายวิชาและหลักสูตรสัมพันธ์วิชา ในด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิชาและความต่อเนื่องของเนื้อหา ลักษณะของหลักสูตรเป็นการนำเอาวิชาหลาย ๆ วิชาที่เป็นศาสตร์ใกล้เคียงและเกี่ยวข้องกันมาบูรณาการและรวมไว้เป็นหมวดเดียวกัน

4. หลักสูตรกิจกรรมหรือประสบการณ์ (Activity or experience curriculum) เป็นหลักสูตรที่จัดตามแนวปรัชญาการศึกษาแบบพิพัฒนนิยม (Progressivism) ซึ่งเชื่อว่ามนุษย์จะ

เรียนรู้สิ่งที่ตัวเอง มีประสบการณ์และการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม หรือการเรียนรู้ที่เป็นประสบการณ์จะทำให้พฤติกรรมของมนุษย์เปลี่ยนแปลง เด็กจะเรียนรู้ได้ดีที่สุด ถ้าได้เรียนสิ่งที่เด็กต้องการจะรู้และได้แก้ไขปัญหาคด้วยตนเอง นอกจากนี้การเรียนรู้มิใช่การซึมซับเนื้อหาเพียงอย่างเดียวแต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการที่ผู้เรียนพยายามเอาชนะอุปสรรคเพื่อไปให้ถึงเป้าหมาย ซึ่งก็คือการสามารถแก้ปัญหาได้สำเร้จนั่นเอง หลักสูตรกิจกรรมหรือประสบการณ์มีศูนย์กลางอยู่ที่ความสนใจของนักเรียน (Child-centered) หรือประสบการณ์ของนักเรียน (Experience-centered) มีการบูรณาการเนื้อหาวิชาจากสาขาต่าง ๆ และมีการเชื่อมโยงจุดมุ่งหมายในการเรียนเข้ากับการนำสิ่งที่เรียนไปใช้ ทำให้การเรียนรู้อยู่ในสภาพที่ค่อนข้างเป็นธรรมชาติ

5. หลักสูตรเกณฑ์ความสามารถ (Competency-based curriculum) เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาสมรรถภาพเฉพาะด้านของผู้เรียน แม้ว่าหลักสูตรทุกประเภทมีเป้าหมายรวมให้ผู้เรียนมีความสามารถหรือมีคุณสมบัติตามที่กำหนดเมื่อเรียนจบหลักสูตร แต่หลักสูตรเกณฑ์ความสามารถมีลักษณะที่ต่างจากหลักสูตรอื่น ๆ ตรงที่หลักสูตรแบบนี้จะกำหนดความสัมพันธ์ที่เฉพาะเจาะจงและชัดเจนระหว่างจุดประสงค์ของหลักสูตร กิจกรรมการเรียนและความสามารถที่บ้นปลายของนักเรียน หลักสูตรเน้นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถทำได้มากกว่าเน้นเนื้อหา

6. หลักสูตรเอกัตภาพ (Individualized curriculum) เป็นหลักสูตรที่จัดตามความต้องการและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน โดยยึดตามแนวปรัชญาภาวะนิยม (Existentialism) ซึ่งเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนมีลักษณะเฉพาะเป็นของตนเอง มีอิสระที่จะดำเนินชีวิตตามที่ตัวเองเลือกและรับผิดชอบต่อการตัดสินใจของตนเอง การศึกษาจึงมีหน้าที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตัวเองจนเต็มศักยภาพ หลักสูตรเอกัตภาพจึงไม่มีโครงสร้างวิชาที่ตายตัว แต่เป็นหลักสูตรเฉพาะของนักเรียนแต่ละคนที่ครูและนักเรียนวางแผนร่วมกัน โดยพิจารณาจากความสนใจ ความต้องการ และความสามารถของนักเรียน ครูช่วยนักเรียนเลือกเนื้อหาและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับหลักสูตร

7. หลักสูตรเพื่อชีวิตและสังคม (Social process and life function curriculum) เป็นหลักสูตรที่นำเอากระบวนการทางสังคม ปัญหาสังคม หรือสิ่งมนุษย์ต้องเผชิญในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมมาเป็นศูนย์กลางของหลักสูตร หลักสูตรนี้จัดโดยยึดแนวปรัชญาการศึกษาแบบปฏิรูปนิยม (Reconstructionism) ซึ่งเน้นการนำการศึกษามาปรับปรุงสังคมให้ดีขึ้น เนื้อหาของหลักสูตรแบ่งออกเป็น 3 ด้านใหญ่ ๆ ได้แก่ 1) ชีวิตในสังคมและการดำรงอยู่ของมนุษย์ 2) ปัญหาของชุมชน และ 3) การดำเนินการเพื่อปรับปรุงสภาพสังคม

8. หลักสูตรแกน (Core curriculum) เป็นการเรียกชื่อตามลักษณะของการจัดหลักสูตร ซึ่งมาจากการกำหนดให้หลักสูตรมีส่วนที่เป็นแกนหรือศูนย์กลางของหลักสูตร เน้นการบูรณาการ

ความรู้โดยนำเนื้อหาวิชามาหลอมเข้าด้วยกัน และพยายามเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้เข้ากับสภาพชีวิต และความสนใจของนักเรียน เนื้อหาของหลักสูตรจัดเป็นหน่วย (Unit) เพราะต้องรวมเนื้อหาหลายวิชาเข้าด้วยกัน ในแต่ละหน่วยมีครูผู้สอนร่วมกันหลายคนและใช้วิธีสอนหลายวิธีร่วมกัน การจัดหลักสูตรแกนทำได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ หลักสูตรแกนแบบหมวดวิชา หลักสูตรแกนแบบหลอมวิชา หลักสูตรที่ใช้ปัญหาแกน หลักสูตรที่ใช้ความสนใจของผู้เรียนเป็นแกน

9. หลักสูตรบูรณาการ (Integrated curriculum) เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิด ที่เชื่อว่าการจัดประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกันจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งก่อให้เกิดคุณค่าต่อการดำเนินชีวิตและพัฒนาการต่าง ๆ ของผู้เรียน และสามารถทำให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคม ได้อย่างมีความสุข เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นผู้เรียนให้พัฒนาทุกด้าน ได้แก่ สติปัญญา ร่างกาย อารมณ์ และสังคม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สรุปได้ว่า หลักสูตรมีหลายประเภทแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับแนวคิดของแต่ละคน แต่มีสิ่ง ที่ตรงกันคือเพื่อให้ประสบการณ์กับผู้เรียน สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจัดทำหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เป็นหลักสูตร ประเภทหลักสูตรบูรณาการ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม มุ่งเน้นผู้เรียนให้พัฒนาทุกด้าน ได้แก่ สติปัญญา ร่างกาย อารมณ์และสังคม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิต ประจำวันได้

ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตร นักการศึกษาได้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้

สังัด อุทรานันท์ (2532) กล่าวว่า การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การดำเนินการจัดทำ หลักสูตรขึ้นมาใหม่ หรือจัดทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น กล่าวโดยสรุป การพัฒนาหลักสูตรมี ความหมายได้ 2 นัย คือ จัดทำหลักสูตรขึ้นใหม่ และปรับปรุงหลักสูตรเดิมให้สมบูรณ์ขึ้น

บุญมี เณรยอด (2531) การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง การปรับปรุงโครงสร้างที่ประมวล ความรู้และประสบการณ์ทั้งหลาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ดีขึ้นให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพ สังคมและเพื่อบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

กู๊ด (Good, 1973) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาหลักสูตรเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร การปรับปรุงหลักสูตรเป็นวิธีการพัฒนาหลักสูตรอย่างหนึ่ง เพื่อให้เหมาะสมกับโรงเรียนหรือระบบโรงเรียน จุดหมายของการสอน วัสดุอุปกรณ์ วิธีสอน รวมทั้งการประเมินผล ส่วนคำว่า การเปลี่ยนแปลงหลักสูตร หมายถึง การแก้ไขหลักสูตรให้ แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างโอกาสทางการเรียนขึ้นไป

กล่าวโดยสรุป การพัฒนาหลักสูตรเป็นกระบวนการจัดทำปรับปรุง และเปลี่ยนแปลง หลักสูตรที่มีอยู่แล้วหรือสร้างขึ้นมาใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความต้องการของสังคม ปัจจุบัน โดยมีจุดมุ่งหมายแนวทาง วิธีการ และเนื้อหาสาระเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ เจตคติและพฤติกรรมตามที่กำหนดในจุดมุ่งหมาย

กระบวนการพัฒนาหลักสูตร

กระบวนการพัฒนาหลักสูตรมีหลายรูปแบบและหลายขั้นตอน การแสวงหารูปแบบ ในการพัฒนาหลักสูตรเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น เพราะรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรเปรียบเสมือน พิมพ์เขียว ที่มุ่งชี้ต่อการพัฒนาหลักสูตรให้สะดวกและรวดเร็วขึ้น การนำกระบวนการพัฒนา หลักสูตรมาใช้ต้องมีการเลือกหรือปรับใช้ให้เข้ากับสภาพสังคม โดยแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการ พัฒนาหลักสูตรนั้นมีหลายรูปแบบ ดังนี้

สังค อุทรานันท์ (2532) ได้จัดลำดับขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตรไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตรไม่ว่าจะเป็น การร่างหลักสูตรขึ้นมาใหม่ หรือการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น จำเป็นต้องคำนึง ถึงข้อมูลพื้นฐาน คือ ข้อมูลทางด้านประวัติศาสตร์และปรัชญาการศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและ ทฤษฎีการเรียนรู้ ข้อมูลทางสังคมและวัฒนธรรม

2. การกำหนดความมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อเป็นการมุ่งแก้ปัญหาและสนอง ความต้องการที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การคัดเลือกและจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่จะนำมา สอน เป็นเสมือนสื่อกลางที่จะพาผู้เรียน ไปสู่จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

4. การกำหนดมาตรการวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดมาตรการให้ทราบว่าควร จะ วัดผลและประเมินผลอะไรบ้างจึงจะสอดคล้องกับความมุ่งหมายของหลักสูตร โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ การทดลองใช้หลักสูตร การประเมินผลหลักสูตรหลังจากได้ร่างเสร็จแล้ว การปรับปรุง หลักสูตรก่อนที่จะนำไปใช้

5. การนำหลักสูตรไปใช้ เป็นขั้นตอนของการนำเอาหลักสูตร ไปสู่ภาคปฏิบัติหรือไปสู่ การเรียนการสอนในสถานศึกษา

6. การประเมินผลการใช้หลักสูตร เป็นการประเมินสัมฤทธิ์ผลของหลักสูตรเพื่อให้ทราบว่า ผลผลิตที่ได้จากหลักสูตรนั้นเป็นไปตามเจตนารมณ์ หรือจุดมุ่งหมายของสังคมและ ผู้เรียนเพียงใด

7. การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร กระบวนการในการแก้ไขปรับปรุงหลักสูตรเป็น ส่วนหนึ่งของการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งจะเริ่มปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนใดของกระบวนการพัฒนา

หลักสูตรก็ได้ แต่เมื่อเริ่มในขั้นตอนใด ก็จะต้องดำเนินการในขั้นตอนต่อไปจนครบทุกกระบวนการ
 วิชัย วงษ์ใหญ่ (2535 อ้างถึงใน ดนุพล สุนทรรัตน์, 2550) ได้เสนอกระบวนการพัฒนา
 หลักสูตรไว้ 3 ระบบ โดยเริ่มต้นจากระบบการร่างหลักสูตร ระบบการนำหลักสูตรไปใช้ และระบบ
 การประเมินหลักสูตร ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ระบบการร่างหลักสูตร ประกอบด้วย การกำหนดหลักสูตร โดยดูความสอดคล้องกับ
 เนื้อหาวิชา สภาพสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง หลังจากนั้นเริ่มกำหนดรูปแบบหลักสูตร ได้แก่
 การกำหนดหลักการ โครงสร้างองค์ประกอบหลักสูตร วัตถุประสงค์ เนื้อหา ประสิทธิภาพการเรียน
 และการประเมินผล หลังจากนั้นดำเนินการตรวจสอบคุณภาพหลักสูตร โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ หรือ
 การสัมมนาและมีการทดลองนำร่อง พร้อมทั้งรวบรวมผลการวิจัยและปรับแก้หลักสูตรก่อน
 นำไปใช้

2. ระบบการใช้หลักสูตร ประกอบด้วย การขออนุมัติหลักสูตรจากหน่วยงานหรือ
 กระทรวงดำเนินการวางแผนการใช้หลักสูตร โดยเริ่มจากการประชาสัมพันธ์หลักสูตรการเตรียม
 ความพร้อมของบุคลากร จัดงบประมาณและวัสดุหลักสูตร บริการสนับสนุนจัดเตรียมอาคาร
 สถานที่ ระบบบริหารและจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ และติดตามผลการใช้หลักสูตร หลังจาก
 นั้นเข้าสู่ระบบการบริหารหลักสูตร โดยการดำเนินการตามแผนกิจกรรมการเรียนการสอน
 แผนการสอน คู่มือการสอน คู่มือการเรียน เตรียมความพร้อมของผู้สอน ความพร้อมของผู้เรียน
 และการประเมินผลการเรียน

3. ระบบการประเมินผล ประกอบด้วย การวางแผนการประเมินผลการใช้หลักสูตร
 ประเมินย่อย การประเมินรวบยอด การประเมินระบบหลักสูตร ระบบการบริหาร และผลสัมฤทธิ์
 ของผู้เรียน หลังจากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและรายงานข้อมูล

ธีรารัง บังศรี (2542 อ้างถึงใน ฆนัท ธาตุทอง, 2550) ได้กล่าวถึงกระบวนการพัฒนา
 หลักสูตร ดังนี้ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ขั้นที่ 2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
 ขั้นที่ 3 การกำหนดรูปแบบและโครงสร้างของหลักสูตร ขั้นที่ 4 การกำหนดจุดประสงค์ของวิชา
 ขั้นที่ 5 การเลือกเนื้อหา ขั้นที่ 6 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นที่ 7 การกำหนดประสิทธิภาพ
 การเรียนรู้ ขั้นที่ 8 การกำหนดคุณทฤษฎีการเรียนการสอน ขั้นที่ 9 การประเมินผลการเรียนรู้ และ
 ขั้นที่ 10 การจัดทำวัสดุหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน

ไทเลอร์ (Tyler, 1949) ไทเลอร์ได้เสนอแนวคิดในการวางกรอบ โครงร่างหลักสูตรโดย
 ใช้วิธีการที่เรียกว่าเทคนิควิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Technical-scientific models) เริ่มด้วยการหา
 คำตอบจากคำถามพื้นฐาน 4 ประการคือ

คำถามที่ 1 จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของโรงเรียนคืออะไร

คำถามที่ 2 ประสบการณ์ทางการศึกษาที่ควรจัดเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษา
คืออะไร

คำถามที่ 3 จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพได้อย่างไร

คำถามที่ 4 จะรู้ได้อย่างไรว่าบรรลุวัตถุประสงค์

คำตอบของคำถาม 4 ข้อนี้อธิบายถึงกระบวนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Identify general objectives) เป็นการคัดเลือกวัตถุประสงค์
ของหลักสูตร โดยอาศัยแหล่งข้อมูล 3 ทางคือ ข้อมูลทางด้านเนื้อหาวิชา ข้อมูลด้านผู้เรียน และ
ข้อมูลทางสังคม โดยเรียกว่าวัตถุประสงค์ชั่วคราว (Tentative general objectives) เมื่อเลือก
วัตถุประสงค์ได้แล้ว ต้องนำมาถกเถียงโดยใช้เกณฑ์การพิจารณา 2 ด้าน คือ พิจารณาจากปรัชญา
การศึกษาของโรงเรียนปรัชญาทางสังคมและจิตวิทยาการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ที่ผ่านการถกเถียง
แล้ว จะเป็นลักษณะวัตถุประสงค์ที่เจาะจงมากขึ้น ซึ่งไทเลอร์ เรียกว่า จุดประสงค์การเรียนการสอน
(Instructional objectives)

2. การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ (Selection of educational experiences) โดยคัดเลือก
ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หลักการเรียนรู้ และพัฒนาการของผู้เรียน

3. การจัดเรียงลำดับประสบการณ์การเรียนรู้ (Organization of learning experiences)
เป็นการประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เรียงตามลำดับขั้นตอน ต้องมีเนื้อหาครบทุกด้าน
ทั้งด้านความคิด หลักการ ค่านิยม และทักษะ ต้องมีความสัมพันธ์ สอดคล้องกับธรรมชาติของ
ผู้เรียนและธรรมชาติของเนื้อหาที่มีความแตกต่างกัน

4. การประเมินผลประสบการณ์การเรียนรู้ (Evaluation of learning experiences)
เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาหลักสูตร เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบว่าประสบการณ์
การเรียนรู้ที่จัดสำหรับผู้เรียนนั้น บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด

ทาบ (Taba, 1962) การพัฒนาหลักสูตรตามแนวคิดของทาบดำเนินการอย่างเป็น
ขั้นตอนรวมทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวินิจฉัยความต้องการ (Diagnosis of needs) การศึกษาความต้องการเป็นสิ่งที่มี
ความสำคัญเป็นอันดับแรก ผู้พัฒนาหลักสูตร (ครู) จะต้องวินิจฉัยประสบการณ์ ความต้องการและ
ความสนใจของผู้เรียนเพื่อกำหนดเนื้อหาของหลักสูตร

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ (Formulation of objectives) เมื่อทราบความต้องการของ
ผู้เรียนหรือของสังคมแล้ว ผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งจะ
ใช้กำหนดเนื้อหาว่าจะมีความเฉพาะเจาะจงเพียงใดและวิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

3. การเลือกเนื้อหา (Selection of content) ผู้พัฒนาหลักสูตรเลือกเนื้อหาสาระที่จะนำมาให้ผู้เรียนศึกษาโดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ เนื้อหาที่เลือกมานั้นจะต้องมีความตรง (Validity) ตามวัตถุประสงค์และมีนัยสำคัญ (Significance) ต่อผู้เรียน

4. การจัดองค์ประกอบของเนื้อหา (Organization of content) เนื้อหาที่คัดเลือกมาได้ นั้นผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องนำมาจัดเรียงลำดับ (Sequence) โดยใช้เกณฑ์หรือระบบบางอย่าง ทั้งยังจะต้องคำนึงถึงความเชื่อมโยงและการเน้น (Focus) ให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ที่จะสอนและระดับของผู้เรียน

5. การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ (Selection of learning experiences) ผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องพิจารณาเรื่องของการจัดเรียงลำดับประสบการณ์ และจะต้องเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนที่จะสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาตามวัตถุประสงค์

6. การจัดองค์ประกอบของประสบการณ์การเรียนรู้ (Organization of learning experiences) การจัดองค์ประกอบของประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้พัฒนาหลักสูตรจะต้องคำนึงถึงยุทธศาสตร์การสอนที่สำคัญคือการพัฒนากระบวนการสร้างมโนทัศน์ (Strategic of concept attainment) และคำนึงถึงคำถามสำคัญ ได้แก่ จะทำอย่างไรให้เนื้อหาสาระสอดคล้องกับประสบการณ์และความสนใจของผู้เรียน และจะทำอย่างไรให้การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ สอดคล้องและตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

7. การวินิจฉัยว่าสิ่งที่ประเมินคืออะไรและจะใช้วิธีการและเครื่องมือใดในการประเมิน (Determination of what to evaluate and of the ways and means of doing it) นักหลักสูตรจะต้องประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยจะต้องตอบคำถามว่า จะประเมินคุณภาพของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นได้อย่างไรและจะใช้เครื่องมือและวิธีการใดในการประเมิน

เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์และเลวิส (Saylor, Alexander & Lewis, 1981) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

1. เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และความครอบคลุม (Goals, objectives and domains) หลักสูตรต้องประกอบด้วย เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และในแต่ละเป้าหมายควรบ่งบอกถึงความครอบคลุมของหลักสูตร (Curriculum domain) วัตถุประสงค์ พัฒนาการส่วนบุคคล มนุษย์สัมพันธ์ทักษะการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง และความชำนาญเฉพาะด้าน ซึ่งกำหนดจากความเป็นโลกาภิวัตน์ ความต้องการของสังคมที่อยู่อาศัย กฎหมาย ข้อบังคับ เป็นต้น

2. การออกแบบหลักสูตร (Curriculum design) คือ การวางแผนเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกและจัดเนื้อหาสาระ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเป้าหมาย วัตถุประสงค์ โดยคำนึงถึงปรัชญา ความต้องการของสังคมและผู้เรียนมาพิจารณาด้วย

3. การนำหลักสูตรไปใช้ (Curriculum implementation) ครูต้องเป็นผู้วางแผนและวางแผนการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ (Instructional plans) รวมทั้งการจัดทำสื่อการเรียนการสอน เช่น ตำรา แบบเรียน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ในสิ่งที่ครูตั้งเป้าหมายไว้

4. การประเมินผลหลักสูตร (Curriculum evaluation) ครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมกันตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการประเมินผลที่สามารถประเมินได้ว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ได้ผลตามความมุ่งหมายการประเมินหลักสูตรจะเป็นข้อมูลสำคัญที่บอกผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ว่าควรปรับปรุงหลักสูตรในจุดใด เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการใช้หลักสูตรในอนาคต

จากการศึกษาขั้นตอนรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรจากนักการศึกษาข้างต้น สามารถเขียนตารางวิเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

ตารางที่ 10 การสังเคราะห์รูปแบบของการพัฒนาหลักสูตร

นักการศึกษา/ ประเด็น	ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร						
	สจ๊วต อูทรานันท์ (2532)	วิชัย วงษ์ใหญ่ (2535)	ธำรง บังศรี (2542)	Tyler (1949)	Taba (1962)	Saylor Alexander, and Lewis (1981)	ผลการสังเคราะห์
รูปแบบของ การพัฒนา หลักสูตร	1. การวิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐานเพื่อการพัฒนา หลักสูตร	1. ระบบ การร่าง หลักสูตร	1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2. การกำหนดจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร	1. การกำหนด วัตถุประสงค์	1. การวินิจฉัย ความต้องการ	1. เป้าหมาย วัตถุประสงค์ และความ	1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2. การสร้างหลักสูตร
	2. การกำหนดความมุ่ง หมายของหลักสูตร	2. ระบบ การใช้ หลักสูตร	3. การกำหนดรูปแบบและโครงสร้าง ของหลักสูตร	2. การเลือก ประสบการณ์	2. การกำหนด วัตถุประสงค์	2. การออกแบบ หลักสูตร	2.1 การกำหนดโครงสร้าง หลักสูตร
	3. การคัดเลือกและจัด เนื้อหาสาระและ ประสบการณ์	3. ระบบการ ประเมินผล	4. การกำหนดจุดประสงค์ของวิชา	3. การจัดเรียงลำดับ ประสบการณ์	3. การเลือกเนื้อหา ของเนื้อหา	3. การนำหลักสูตร ไปใช้	2.2 การประเมินโครงสร้าง หลักสูตร
	4. การกำหนดมาตรการ วัดและประเมินผล		5. การเลือกเนื้อหา	4. การประเมินผล ประสบการณ์	4. การจัดองค์ประกอบ ประสบการณ์	4. การประเมิน ผลหลักสูตร	2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมิน
	5. การนำหลักสูตรไปใช้		6. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	5. การประเมินผล ประสบการณ์	5. การเลือก ประสบการณ์		2.4 การปรับปรุง โครงสร้างหลักสูตร
	6. การประเมินผลการใช้ หลักสูตร		7. การกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้	6. การจัดองค์ประกอบ ประสบการณ์	6. การจัดองค์ประกอบ ประสบการณ์		3. การทดลองใช้ หลักสูตร
	7. การปรับปรุงแก้ไข หลักสูตร		8. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	7. การประเมินผล ประสบการณ์	7. การวินิจฉัย		4. การประเมินผลและ ปรับปรุงแก้ไข หลักสูตร
			9. การประเมินผลการเรียนรู้	8. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้			
			10. การจัดทำวัสดุหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน				

จากการศึกษาและสังเคราะห์กระบวนการขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของนักวิชาการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ จะเห็นว่าหลักสูตรมีหลายรูปแบบซึ่งมีความคล้ายคลึงกันจะแตกต่างกันเพียงรายละเอียด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของสังัด อุทรานันท์ เป็นหลัก และนำมาพิจารณาร่วมกับแนวคิดของนักพัฒนาหลักสูตรท่านอื่น ๆ สรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
2. การสร้างหลักสูตร
 - 2.1 การกำหนดโครงสร้างหลักสูตร
 - 2.2 การประเมินโครงสร้างหลักสูตร
 - 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
 - 2.4 การปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร และ
4. การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร

การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร

การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร เป็นกระบวนการที่สำคัญเพราะเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง ช่วยให้คำตอบเกี่ยวกับหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นว่าเป็นหลักสูตรที่ดี ไม่ดี มีจุดดีและจุดด้อยอย่างไร หากประเมินผลหลักสูตรแล้วพบว่า มีข้อบกพร่องก็ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้หลักสูตรมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับผู้เรียนและสภาพสังคมมากขึ้น

1. จุดมุ่งหมายของการประเมินผลหลักสูตร นิสารัตน์ ศิลปเดช (2536 อ้างถึงใน ชมพูนุท วราศิริ, 2548) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการประเมินผลหลักสูตร ดังนี้

1.1 เพื่อพิจารณาตัดสินคุณค่าหรือคุณภาพของหลักสูตรที่ได้รับการออกแบบหรือพัฒนาขึ้น โดยพิจารณาว่าหลักสูตรสามารถทำให้หลักการและจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้บรรลุผลสำเร็จได้หรือไม่

1.2 เพื่อค้นหาข้อบกพร่องของหลักสูตรทั้งในด้านตัวเอกสารที่กำหนดหลักการหลักสูตร จุดมุ่งหมาย และ โครงสร้างของเนื้อหาสาระ ตลอดจนส่วนที่เป็นกระบวนการของการนำหลักสูตรไปใช้ ซึ่งครอบคลุมการบริหารและบริการหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล

1.3 เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ซึ่งหมายถึง ผลลัพธ์ของหลักสูตรที่เกิด ขึ้นกับผู้เรียนว่า เป็นไปตามเป้าหมายของหลักสูตรหรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ทาบ (Taba, 1962) กล่าวว่า การประเมินผลหลักสูตรทำขึ้นเพื่อศึกษา กระบวนการต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงใดบ้างที่สอดคล้องและขัดแย้งกับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ซึ่งการประเมินดังกล่าวจะครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของหลักสูตร กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จุดประสงค์ ขอบเขตของเนื้อหาสาระ คุณภาพของ ผู้บริหารและผู้ใช้หลักสูตร สมรรถภาพของผู้เรียน ความสัมพันธ์ของวิชาต่าง ๆ การใช้สื่อและ วัสดุการสอน เป็นต้น

2. ประเภทของการประเมินผลหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ การประเมินก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ การประเมินระหว่างดำเนินการใช้ และการประเมินภายหลังการใช้หลักสูตรครบกระบวนการ (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2543)

2.1 การประเมินก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบคุณภาพหลักสูตรฉบับร่างรวมทั้งองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการประเมินผู้ประเมินต้อง กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมิน ซึ่งได้แก่ การประเมินเอกสารหลักสูตร ระบบการบริหาร การจัดการ ทรัพยากร หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการใช้หลักสูตร ผลผลิตหลักสูตร และคุณค่าของหลักสูตร ในขั้นการวางแผนดำเนินการ ผู้ประเมินต้องนำจุดมุ่งหมายทางการประเมิน แต่ละเรื่องมาวางแผน กำหนดขอบข่ายการประเมินให้ชัดเจน เพื่อให้การประเมินเป็นไปอย่างครอบคลุมและมีรายละเอียด ในการดำเนินงานอย่างชัดเจนในขั้นการทดลองใช้หลักสูตร ฉบับร่างจะต้องจัดทำคล้ายกับ สถานการณ์ใช้หลักสูตรจริง กลุ่มทดลองต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่จะใช้หลักสูตรจริง แต่มีขนาดเล็กกว่า จากนั้นจึงนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.2 การประเมินหลักสูตรระหว่างดำเนินการใช้หลักสูตร หมายถึง การทำให้ กระบวนการใช้หลักสูตรกระจ่างทั้งในด้านระบบบริหารและการจัดการหลักสูตร การนิเทศกำกับดูแลและกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยในการประเมินระบบการบริหารและการจัดการ หลักสูตร จะเป็นการประเมินเพื่อดูความก้าวหน้าการใช้หลักสูตรเป็นระยะ ๆ ว่าประเมินย่อยใน ระยะเวลาใด ประเมินรวบยอดเมื่อใด โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินในช่วงก่อนการนำหลักสูตรมาใช้มาเป็นพื้นฐานในการวางแผน ในการประเมินควรกำหนดขอบข่ายของการประเมินเพื่อให้ได้ ข้อมูลที่จะอธิบายความก้าวหน้าและนำมาใช้แก้ไขจุดบกพร่องของการใช้หลักสูตร เช่นในเรื่อง การวางแผน การใช้หลักสูตร การกำหนดหรือจัดหาทรัพยากร การบริหารงบประมาณ ฯลฯ การประเมินการจัดการกระบวนการเรียนการสอนควรมีการประเมินทั้งทางด้านปริมาณ และคุณภาพ ผลการประเมินสามารถอธิบายความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นเครื่องบ่งชี้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน และแสดงถึงความสอดคล้องของการจัดการเรียน การสอนกับหลักสูตรในส่วนการประเมินระบบการบริหารและวิธีการนิเทศกำกับดูแลเกี่ยวกับ

การใช้หลักสูตรเป็นการประเมินที่จะช่วยสนับสนุนการใช้หลักสูตรให้ได้ผล โดยการบ่งบอกว่าหลักสูตรได้มีการนิเทศภายใน ภายนอกเพียงใด อย่างไร ผู้บริหารมีวิธีการนิเทศอย่างไร และผู้สอนยอมรับการนิเทศเพียงใด

2.3 การประเมินผลผลิตของหลักสูตร เป็นการประเมินรวบยอดเพื่อคุณผลในช่วงสุดท้าย หลังจากผู้เรียนเรียนจบหลักสูตรแล้ว นอกจากนั้นยังอาจสอบถามความคิดเห็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักสูตรและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับชุมชน ตลอดจนความต้องการของชุมชนด้วย

3. สิ่งที่ต้องประเมินในระบบหลักสูตร คือ (ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์, 2539)

3.1 เอกสารหลักสูตรที่ได้รับการพัฒนาโดยทำการตรวจสอบคุณภาพขององค์ประกอบหลักสูตร ได้แก่ จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และ วิธีการวัดผล ประเมินผล

3.2 การใช้หลักสูตร โดยตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

3.3 สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร คือ ตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีบุคลิกภาพ เจตคติ ฯลฯ ตามที่จุดมุ่งหมายกำหนดไว้หรือไม่

3.4 ระบบหลักสูตร โดยประเมินความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบและกระบวนการของหลักสูตร

4. รูปแบบการประเมินผลหลักสูตร ในการประเมินผลหลักสูตร สตัฟเฟิลบีม (Stufflebeam, 1968) ได้เสนอรูปแบบที่ประกอบด้วย การประเมิน 4 ด้าน คือ

4.1 การประเมินบริบท (Context evaluation) เป็นการประเมินสภาพแวดล้อมและความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ผลจากการประเมินจะเป็นข้อมูลในการตัดสินใจและการวางแผนเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับสภาพและความต้องการด้านต่าง ๆ ของหลักสูตร

4.2 การประเมินตัวป้อน (Input evaluation) เป็นการประเมินปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้บรรลุผลตามที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จะช่วยพิจารณาวิธีการที่ใช้ในหลักสูตรว่าเหมาะสมหรือไม่หรือควรใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสมกว่า

4.3 การประเมินกระบวนการ (Process evaluation) หมายถึง การประเมินด้านการจัดการของหลักสูตรเพื่อใช้ในการตัดสินใจวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในแผนการดำเนินงาน

4.4 การประเมินผลผลิต (Product evaluation) เป็นการประเมินผลที่เกิดจากการใช้หลักสูตรเพื่อหาข้อบกพร่องการนำหลักสูตรไปใช้ เมื่อปรับปรุงข้อบกพร่องของหลักสูตรแล้วจะต้องมีการประเมินผลอีกครั้งหนึ่งเพื่อดูความสมบูรณ์หรือความถูกต้องของการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น

สรุปได้ว่าการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเป็นกระบวนการที่สำคัญ ทำให้ทราบว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นว่าเป็นหลักสูตรที่ดี ไม่ดี มีจุดดีและจุดด้อยอย่างไร ควรดำเนินการเป็นระยะ ๆ ทั้งก่อนการนำหลักสูตรไปใช้ ระหว่างการใช้และหลังการใช้หลักสูตร การประเมินและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรควรประเมินควรประเมินเอกสารหลักสูตร การใช้หลักสูตร สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตร รวมถึงระบบหลักสูตรเพื่อตรวจสอบหลักสูตรในภาพรวมทั้งหมด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง นำมาวิเคราะห์และสรุป เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

ในการศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งประกอบไปด้วย ความหมายของหลักสูตร ความสำคัญของหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตร ประเภทของหลักสูตร ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร กระบวนการพัฒนาหลักสูตร และการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร สรุปได้ว่า การพัฒนาหลักสูตรนั้น สิ่งที่ต้องปฏิบัติและพิจารณาที่สำคัญ คือ การกำหนดเป้าหมายเบื้องต้นของหลักสูตรที่จัดทำให้ชัดเจนว่าเป้าหมายเพื่ออะไร ทั้งโดยส่วนรวมและส่วนย่อยของหลักสูตร หลังจากนั้นจึงเลือกเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการประเมินผล และกำหนดรูปแบบหลักสูตร ซึ่งการดำเนินการจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จึงจะทำให้การพัฒนาหลักสูตรดำเนินไปอย่างครบถ้วนและได้หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะได้นำความรู้ที่ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรไปใช้ในการสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร และการประเมินผลหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครต่อไป

สะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษา

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

พรทิพย์ สิริภทราชัย (2556) สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการศึกษาที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์วิชาต่าง ๆ เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ความรู้ทางด้านวิศวกรรม และความรู้ด้านคณิตศาสตร์ รวมเข้าด้วยกัน

มนตรี จุฬาวินทนท (2557) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ในทุกๆระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

หรือ สมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีการตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จาก วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

รักษพล รัตนวงษ์ (2556) กล่าวถึงความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การเรียนรู้เนื้อหา และทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2556) ได้ให้ความหมายของ สะเต็ม หมายถึง องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

จากแนวคิดต่าง ๆ ข้างต้นสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง องค์ความรู้วิชาการที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการดำเนินชีวิต

ลักษณะของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ สิริภัทรราชย์ (2556) ได้สรุปว่า ลักษณะสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์

(E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้ อาจารย์ ครูผู้สอน ใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry based science teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific problem-based activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ให้นักเรียน สนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะ เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือ กระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทาง เทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering design หรือ Design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยี จึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับ นิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจ ว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบ อื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก/ จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่ สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level math thinking) จาก กิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงมัธยมศึกษา ตอนปลายโดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ สะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based learning, Problem-based learning, Design-based learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและ ศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็ม ศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียนด้วย

นอกจากสะเต็มศึกษาจะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงานการเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

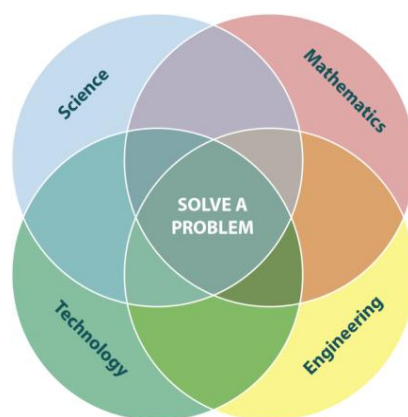
3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษาก็ยังได้มีบูรณาการศาสตร์อื่นประกอบเพื่อให้การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษานั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา STEAM ที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเอง ในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษา ท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้น ๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์ และความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) การจัดการศึกษา STE2AM ที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยว คุณธรรม จริยธรรม (Ethics: E2) ที่เป็นองค์ประกอบส่วนสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี

ความเป็นมาของแนวคิดสะเต็มศึกษา

อาจกล่าวได้ว่าสะเต็มศึกษามีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่าขีดความสามารถของประเทศไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้านดังที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) โดยพบว่า ผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) และทดสอบด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คณะนักวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Delta Kappan ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกันได้ต่ำสุดในโจทย์แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Bellanca & Brandt, 2010; Dejarnette, 2012) นอกจากนี้ นักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดจำนวนลง ประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ดังนั้นรัฐบาลสหรัฐอเมริกาในยุคของ

ประธานาธิบดีโอบามาจึงประกาศแผนการสร้างกลุ่มครูต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ โดยเรียกว่า STEM Master Teaching Corps โดยนักการศึกษาเหล่านี้จะเป็นผู้นำในการศึกษาด้านสะเต็ม จุดประกายความคิดให้นักเรียน เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เช่น 1) ด้านปัญญา ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหา 2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ และ 3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนสามารถมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดที่แสดงผลในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การนำสะเต็มศึกษามาใช้แก้ปัญหาในระบบการศึกษาในสหรัฐอเมริกา (บริษัท แกมมาโก้ (ประเทศไทย) จำกัด, 2560)

จากความเป็นมาของแนวคิดสะเต็มศึกษา จะเห็นว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่แต่เป็นการต่อยอดหลักสูตร โดยการบูรณาการการเรียนรู้อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

ความสำคัญของสะเต็มศึกษา

ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ระดับชั้นการศึกษาพื้นฐาน อาชีวศึกษา อุดมศึกษาและรวมทั้งการศึกษาตลอดชีวิต โดยมีเป้าหมายที่จะส่งเสริมให้ประชากรรุ่นใหม่ได้มีความรู้และทักษะการเรียนรู้ในทางสร้างสรรค์แบบใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 ที่โลกเราสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะในการดำรงชีวิต เพื่อให้เยาวชนไทยก้าวสู่การแข่งขันกับประชากรโลกได้ รวมทั้งเมื่อก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) สะเต็มศึกษานั้นจะช่วยพลิกโฉมการเรียนวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นวิชา เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา รวมทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยสะเต็มศึกษานั้นเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาเหล่านี้อยู่แล้ว เพียงแต่นำการบูรณาการการเรียนรู้การนำไปใช้และการฝึกการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ๆ ไม่ใช่การเรียนที่เน้นการท่องจำหรือการเรียนเพื่อนำไปสอบเท่านั้น ซึ่งการเรียนแบบสะเต็มศึกษานั้นจะเน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยครูผู้สอนมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะตั้งคำถามให้เด็กสนใจและเรียนรู้ว่าสิ่งที่เรียนในห้องเรียนนั้นเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวในชีวิตประจำวันของเรา การพัฒนาขีดความสามารถของครูองค์ประกอบในการถ่ายทอดความรู้และการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์งบประมาณที่จะมาดำเนินการ โดยการกระทำที่เป็นระบบในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะองค์กรปกครองท้องถิ่น กระทรวงไอซีที มหาวิทยาลัยต่าง ๆ รวมทั้งภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องและชุมชนที่จะต้องให้ความร่วมมือ เพื่อให้การเรียนการสอนแนวใหม่นี้ให้มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลรวมทั้งการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนได้

เปกกา เคส (Pega Ces, 2010 อ้างถึงใน ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล, 2558) จากมหาวิทยาลัยโอลู ประเทศฟินแลนด์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา กล่าวว่า “การศึกษาในระบบสะเต็มทำให้ระบบการเรียนการสอนในประเทศฟินแลนด์ ถือว่าดีที่สุดในโลก รัฐบาลให้ความสำคัญกับระบบการศึกษา เพราะเป็นพื้นฐานการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยบุคคลที่ประกอบอาชีพครูในทุกระดับชั้น ต้องจบการศึกษาขั้นต่ำในระดับปริญญาโท นอกจากนี้ทุกโรงเรียนต้องปรับปรุงให้ได้มาตรฐานเท่ากันหมด ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนในเมืองหรือนอกเมืองและการสอบแข่งขันมหาวิทยาลัยก็ไม่สูง เพราะทุกมหาวิทยาลัยมีคุณภาพเท่าเทียมกัน

ซองซุง (Song Chong, 2012 อ้างถึงใน ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล, 2558) จากมูลนิธิวิทยาศาสตร์ขั้นสูงเพื่อการสร้างสรรค์ กล่าวว่า ประเทศเกาหลีใต้ ก็เป็นประเทศหนึ่งที่ทำให้ความสำคัญกับระบบสะเต็ม โดยเริ่มเมื่อสามปีที่ผ่านมาและพยายามปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลักสูตรให้บ่อยขึ้นเพื่อตอบสนองเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยไม่ให้ความสำคัญกับ

วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นเมื่อหนึ่งร้อยปีที่ผ่านมามีความสำคัญกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันและการคิดค้นวิทยาศาสตร์สร้างสรรค์เพื่อใช้ในอนาคต

สรุปว่าสะเต็มศึกษา มีความสำคัญคือเป็นนวัตกรรมการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นการบูรณาการเรียนรู้นำไปใช้และการฝึกการคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ๆ เพื่อสร้างคนรุ่นใหม่ให้มีทักษะในการสร้างนวัตกรรม ที่จะช่วยเสริมความสามารถของทรัพยากรบุคคลในประเทศ โดยสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและในอนาคตคุณครูคงต้องมีการปรับตัวพอสมควร เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวทางด้านการศึกษาซึ่งเป็นเรื่องที่จะต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการของสังคม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการศึกษา (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557) การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำได้หลากหลายแนวทาง บางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่าย ๆ ที่ครูทุกคนสามารถทำได้ในห้องเรียนของตัวเอง ส่วนบางแนวทางต้องการ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่น การทำงานร่วมกันระหว่างครูต่างกลุ่มสาระ การทำงานร่วมกันทั้งโรงเรียน หรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชน หรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น

สติยา ลังการ์พินธุ์ (2556) ได้เสนอ 10 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในห้องเรียน ให้สอดคล้องกับแนวคิด สะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผู้โลกจริง คุณครูหลายท่านน่าจะทำอยู่แล้วอย่างสม่ำเสมอ เพียงนักเรียนมองเห็นว่าแนวคิดหลัก หรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง ก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนอย่างมีความหมาย เพราะปรากฏการณ์หรือประดิษฐ์กรรมใด ๆ รอบตัวเรา ไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่าย ๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วน เชื่อมโยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิต และการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย จนน่าแปลกใจ

2. การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิดต่าง ๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อน

การตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่งนับเป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง แต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะ เนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหา หรือให้ข้อมูลสำหรับศึกษาวิเคราะห์ หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจ ตรวจสอบ ตามข้อจำกัดของเวลาเรียน วัสดุอุปกรณ์ หรือปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหาศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการ ลงข้อสรุป และสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ (บางครั้งครูอาจกำหนดกรอบกว้าง ๆ เช่น ให้ทำโครงงานเกี่ยวกับพลังงานทดแทน โครงงานเกี่ยวกับการใช้คณิตศาสตร์ในผลิตภัณฑ์ของชุมชน เป็นต้น) โครงงานในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่น แต่โครงงานในรูปแบบอื่น ทั้งโครงงานเชิงทดลอง เชิงสำรวจ หรือเชิงทฤษฎี ก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กัน

แม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงาน แต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงงานนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทาย เนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ไปพร้อม ๆ กับนักเรียนในทุกหัวข้อโครงงาน

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน แนวคิดนี้ไม่ได้เป็นแนวคิดใหม่เลยเสียทีเดียว โดยอาศัยประสบการณ์ในวัยเด็กของแต่ละคน ได้ มีโอกาสประดิษฐ์สิ่งของ อุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการสานพัด การร้อยมาลัย การประดิษฐ์เครื่องดนตรี สมุดภาพ การจัดป้ายนิเทศ เด็ก ๆ ทุกวันนี้อาจได้รับการมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานที่แตกต่างไปจากยุคก่อน เช่น ประดิษฐ์ป้ายไฟ แข่งพลังงานแสงอาทิตย์ ถ่ายหนังสือ ทำมัลติมีเดียสำหรับนำเสนอ งาน ประสบการณ์การทำชิ้นงานเหล่านี้ สร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์ การประดิษฐ์ชิ้นงานเหล่านี้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ อย่างไม่รู้ตัว บางครั้งครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าเกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำ เพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกัน หากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียวอาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยี เพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้ว เทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบันนี้ได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูล ลักษณะต่าง ๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่ง วิดิทัศน์ และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ Sensor/ data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบ การใช้ซอฟต์แวร์จัดการกระทำ วิเคราะห์ข้อมูล และเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกมากมาย การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้ กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้ แก้ปัญหา และทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคตด้วย

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and innovation skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือ Critical thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร) Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิดสร้างสรรค์) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มากอย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน หรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่น ๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติ (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์) ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้แนวคิดสะเต็มศึกษามากขึ้นตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหา ตัวข้อสอบ อยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้ แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงาน หรือทำโครงงาน ผู้ปกครองไม่ให้การสนับสนุน หรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่าง อย่างไรก็ตามหวังว่าผู้ปกครองทุกคนจะไม่เป็นไปตามที่กล่าวข้างต้น ผลงานจากความสามารถของเด็ก เป็นอาวุธสำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ให้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบ ตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชน

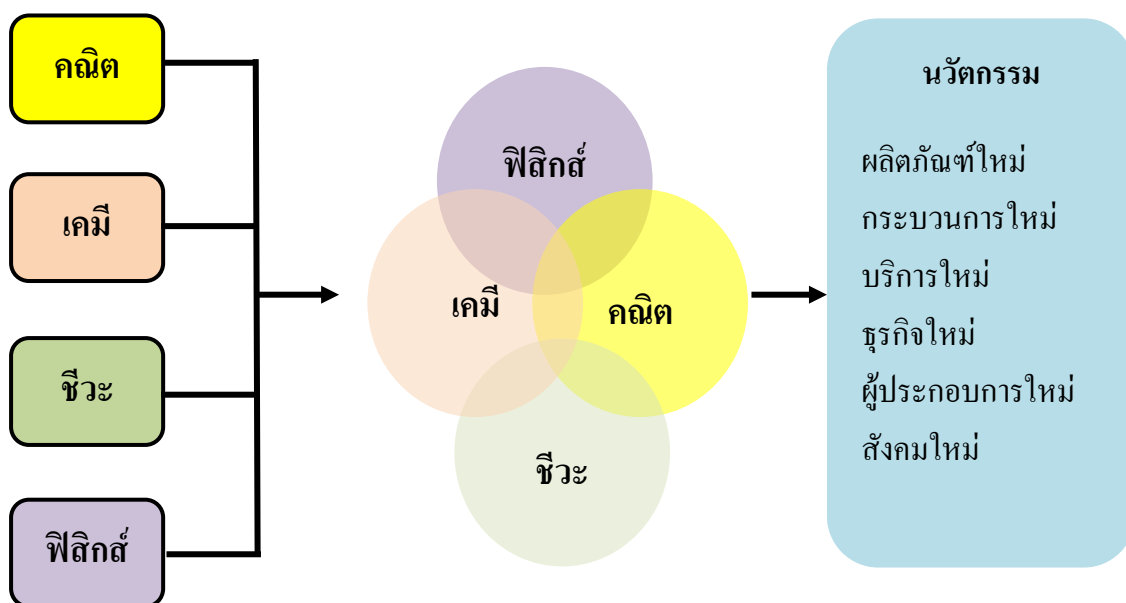
กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้ เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชน และสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจ และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วม รับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหา ปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะ โครงการงาน ตลอดจนการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะ ทาง ครูไม่ควรกลัวจะขอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบ หรือครูช่วยไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจ เป็นได้ทั้ง ศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐ หรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาใน ท้องถิ่น ครูสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อ หรือใช้เทคโนโลยี เช่น การประชุมผ่านวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ ใช้อำนวยความสะดวกให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็น หรือวิพากษ์ผลงาน ของนักเรียน เป็นต้น

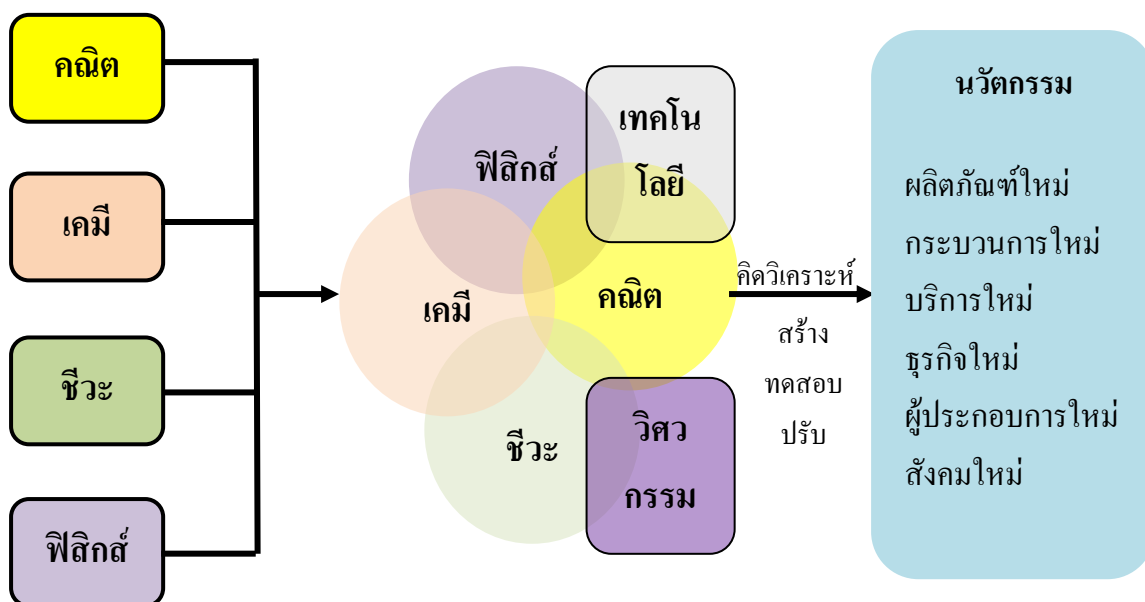
9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal learning) เด็ก ๆ นั้นรักความสนุก หากเรา จำกัดความสนุก ไม่ให้กล้ากรายใกล้ห้องเรียน ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กไปเรื่อย ๆ แต่จะบูรณาการความสนุกสู่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการ แก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำท่าย เพลิดเพลิน ให้การเรียนเหมือนเป็นการเล่น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสร้างความรู้และความสามารถ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วย การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยม คือ การจัด กิจกรรมค่าย การเรียนรู้จากเพลง เกม ละคร หรือการประกวดแข่งขัน กิจกรรมเหล่านี้เป็น โอกาสดีที่ จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็น กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ หรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (Non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียน สร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มในท้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติ หรือประยุกต์ความรู้ สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม นำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมในชุมชน สร้างหอเกียรติยศสะเต็มของ หมู่บ้าน เพื่อนำเสนอเรื่องราวการใช้ความรู้สะเต็มในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาคุณภาพชีวิต เช่น ผลงานด้านการเกษตร ด้านสาธารณสุข ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือด้านการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยี เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดย มนตรี จุฬาวัฒนทล (2557) ได้นำเสนอรูปแบบสะเต็มศึกษาในการการบูรณาการเพื่อการพัฒนาความรู้ในกลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดที่แสดงผลในภาพที่ 3 และ 4



ภาพที่ 3 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาการบูรณาการในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์

จากภาพที่ 3 และ 4 จะพบว่ารูปแบบสะเต็มศึกษาสามารถที่จะบูรณาการความรู้ทางด้าน กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รวมถึงการนำหลักเทคโนโลยีและวิศวกรรมมาคิดวิเคราะห์ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

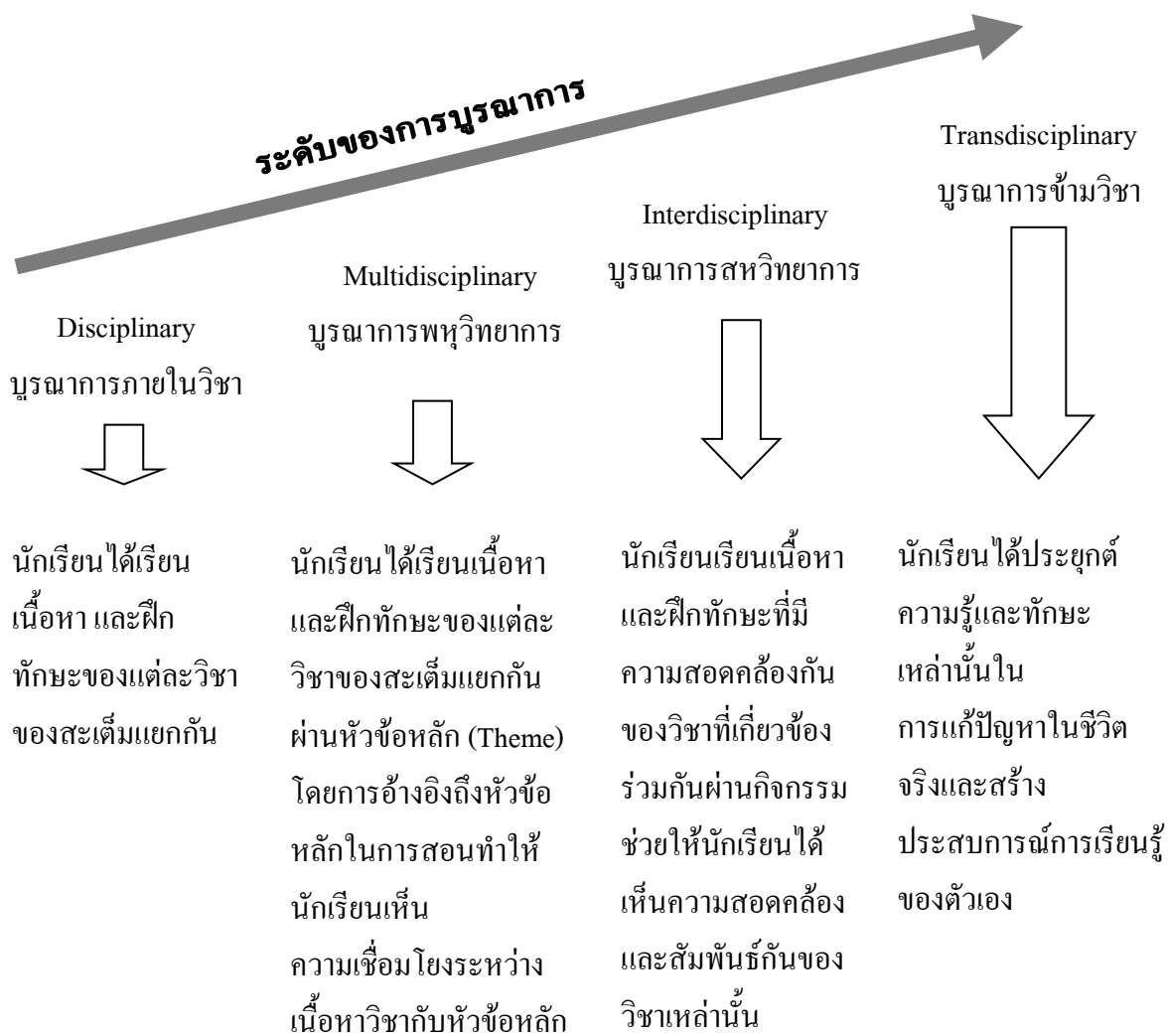
โดยสรุปสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ คือวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึง อาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือสมการ คณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวแต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและ สร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จาก วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการ บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่ การจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมี การบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือ คาดหวังให้เกิดขึ้นกับ นักเรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้ เกิดความสนใจในการสืบ เสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ

รวมถึงทักษะของการเรียนรู้ หรือการทำงานแบบร่วมมือ สะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิด การบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารพบว่า สะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการทั้งความรู้และทักษะใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา “ผลผลิตใหม่” หรือ “กระบวนการ” อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ทั้งนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Vasquez, 2013) ได้แบ่งระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา รายละเอียดการบูรณาการแต่ละระดับแสดงได้ดังรายละเอียดที่แสดงผลในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แนวทางการบูรณาการสะสมศึกษาทั้ง 4 ระดับ ที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียน (Vasquez, 2013)

เขมวดี พงสานนท์ และกวิน เชื่อมกลาง (2550) ได้ยกตัวอย่างการบูรณาการสะสมในชีวิตประจำวัน ดังรายละเอียดในกิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ปัญหาของกระติบข้าว



ภาพที่ 6 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary): กระติบข้าว (เขมวดี พงสานนท์ และ กวิน เชื้ออมกลาง, 2550)

จากภาพที่ 6 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary): กระติบข้าว ครูสามารถพัฒนายกระดับการบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary)

วิทยาศาสตร์: เรียนเรื่องการถ่ายโอนความร้อน

คณิตศาสตร์: เรียนเรื่องการหาพื้นที่และปริมาตรของ รูปทรงต่าง ๆ

วิทยาศาสตร์: นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บความร้อนของกระติบข้าว (ทดลองและเก็บข้อมูล)

คณิตศาสตร์: นำข้อมูลจากการทดลองไปสร้างกราฟและตีความผลการทดลอง

เทคโนโลยี: ทดลองออกแบบและสร้างลายสานที่เก็บความร้อนได้นาน

วิศวกรรม: ออกแบบรูปทรงของกระติบที่เก็บความร้อนได้นาน

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary): กระจิบข้าว

ปัญหา (Condition)

ปัจจุบันในร้านอาหารอีสานหรือเหนื้อมักมีการใช้กระจิบข้าวเป็นภาชนะใส่ข้าวเหนียว และมักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระจิบข้าวเพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระจิบมีผลให้ทำความสะอาดยาก รัฐบาลต้องการลดปริมาณถุงพลาสติกที่ต้องใช้ในการบรรจุข้าวเหนียว และต้องการออกแบบกระจิบข้าวหรือหาวิธีการพัฒนากระจิบข้าวที่มีคุณสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติกดังกล่าว

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไข่ในอะไร

ปัญหา (Condition)

ในปี 2554 ประเทศไทยประสบการปัญหาอุทกภัยครั้งใหญ่ ครอบคลุมในหลายจังหวัด เมื่อเกิดอุทกภัย ปัญหาใหญ่ข้อหนึ่งของรัฐฯ คือการส่งอาหารให้แก่ผู้ประสบภัย หลายครั้งต้องส่งอาหารโดยโยนจากเฮลิคอปเตอร์ซึ่งอาจทำให้อาหารเสียหาย ดังนั้น เพื่อหาวิธีที่จะจัดส่งอาหารให้ถึงมือผู้ประสบภัยโดยไม่เสียหาย ผู้รับผิดชอบต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงและสามารถปกป้องของที่โยนจากเฮลิคอปเตอร์ได้

ภาพที่ 7 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

โจทย์ (Challenge)

ออกแบบบรรจุภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่แข็งแรงและสามารถป้องกันการแตกเสียหายจากที่โยนจากเฮลิคอปเตอร์ได้

ข้อจำกัด (Constraints)

- แต่ละกลุ่มสามารถเลือกใช้วัสดุได้ 3 ชนิด
- ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ลงในกระดาษวาดเขียนเป็นแบบร่าง
- จับฉลากเพื่อจัดลำดับกลุ่มมานำเสนอแบบร่าง และเลือกวัสดุ

- หากวัสดุที่เลือกไว้หมด ต้องเลือกวัสดุอื่นมาใช้งานแทน โดยระบุในแบบร่างว่าจะใช้แทนวัสดุเดิมอย่างไร

- วัสดุประกอบด้วย วัสดุนี้ม เช่น กระดาษทิชชู ลำดี กระดาษลังหรือกล่องกระดาษ พลาสติกกันกระแทก ถุงพลาสติก แก้วกระดาษ กล่องโฟม โฟมห่อผลไม้ กระดาษสมุดฉีกเป็นฝอย ฟองน้ำ

ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

- ใบงาน และเขียนภาพร่างของสิ่งประดิษฐ์
- ให้นักเรียนชั่งน้ำหนักของใช้ก่อนการประกอบเข้ากับสิ่งประดิษฐ์
- ปรับเปลี่ยนสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุที่ได้รับมา
- ประกอบสิ่งประดิษฐ์ และชั่งน้ำหนักของใช้หลังจากประกอบเข้ากับสิ่งประดิษฐ์

การทดสอบและบันทึกผล

- ให้ผู้เรียนทดสอบชิ้นงาน โดยปล่อยจากชั้น 3 ของอาคาร
- มอบหมายให้สมาชิกทำหน้าที่ดังนี้
- คนทำหน้าที่เป็นคนปล่อยชิ้นงานจากชั้น 3
- คนจับเวลาและส่งสัญญาณ
- คนบันทึกผล
- ผู้เรียนทุกกลุ่มทำการทดสอบและบันทึกผลในใบงาน
- ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มกรอกข้อมูลของกลุ่มตนเองลงในตารางข้อมูลของชั้นเรียน
- ให้ผู้เรียนทุกกลุ่มไปชั้น 3 ของอาคาร

การปรับปรุงและทดสอบ

- นักเรียนปรับปรุงชิ้นงาน
- ผู้เรียนทุกกลุ่มทำการทดสอบ โดยปล่อยชิ้นงานจากชั้น 4 ของอาคาร

ขั้นวิเคราะห์ผล

- จากตารางแสดงผลการทดสอบ ให้ผู้เรียนเขียนสังเกตรูปแบบของผลลัพธ์กับค่าตัวเลขต่าง ๆ ในตาราง แล้วเขียนเป็นข้อสรุป 2 ข้อลงในใบงาน เขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลลงในกระดาษกราฟ

- อภิปรายเปรียบเทียบแผนภูมิของแต่ละกลุ่ม ตัวแปรในแกน X และ Y
- ชนิดของ แผนภูมิ
- จำนวนข้อมูลบนแผนภูมิ

วิทยาศาสตร์

- วัสดุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ลักษณะเฉพาะของวัสดุ เช่น ความเหนียว การซึมผ่านของน้ำ จัดเป็นสมบัติของวัสดุ
- ในการทำของเล่นของใช้แต่ละอย่าง ต้องเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน เช่น เบา แข็ง เหนียว ทนทาน
- การปล่อยหรือโยนวัตถุ ในที่สุดวัตถุจะตกลงพื้นเสมอเนื่องจากแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ เรียกว่าแรงดึงดูดของโลก
- แรงกดที่เกิดจากแรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ เรียกว่า น้ำหนัก

วิศวกรรมศาสตร์

- ใช้ขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและอาชีพ

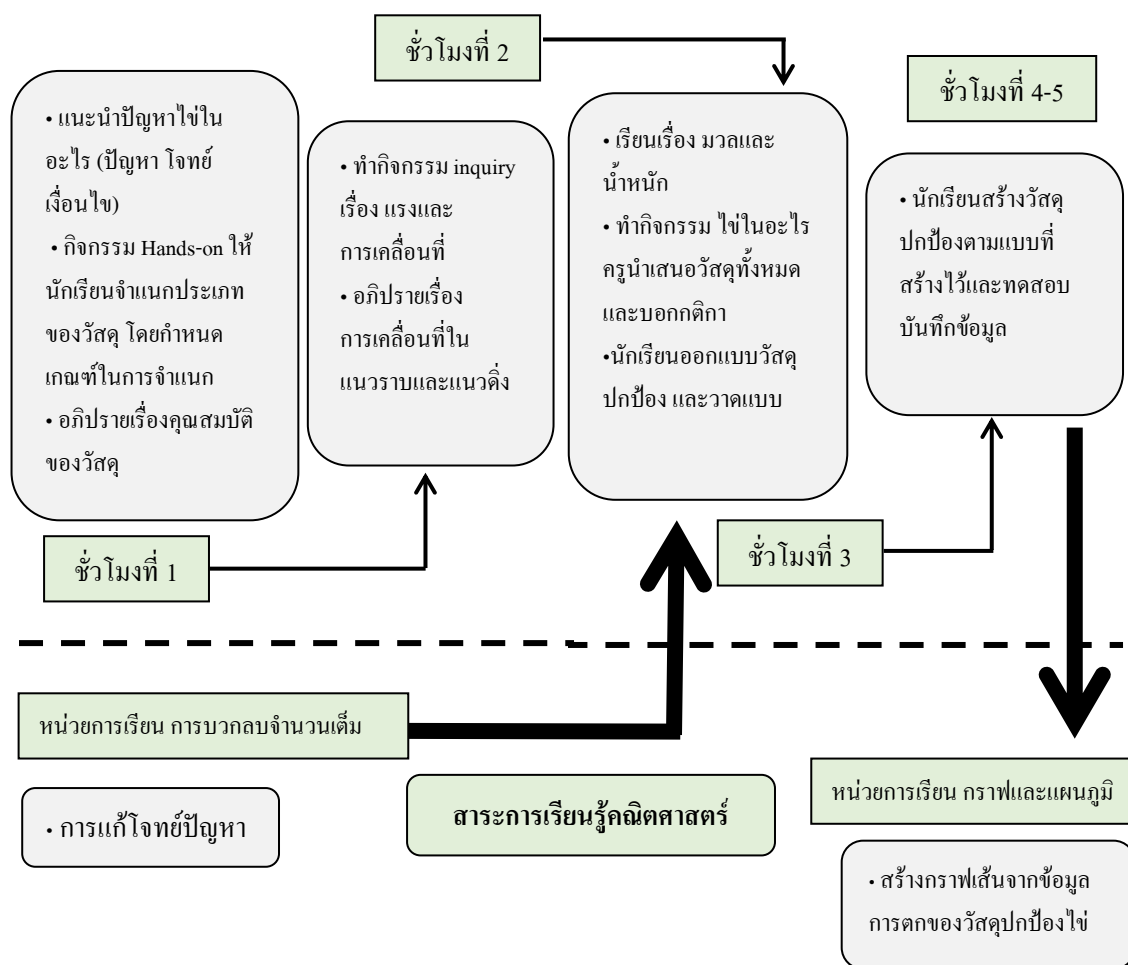
คณิตศาสตร์

- การบวกลบจำนวนเต็ม
- การชั่ง การวัด
- ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดสามารถแสดงได้ด้วยกราฟหรือแผนภูมิ

เทคโนโลยี

- ใช้กระบวนการเทคโนโลยีในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ ในการดำรงชีวิตและการทำงาน
- สร้างชิ้นงานหรือวิธีการอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวัน

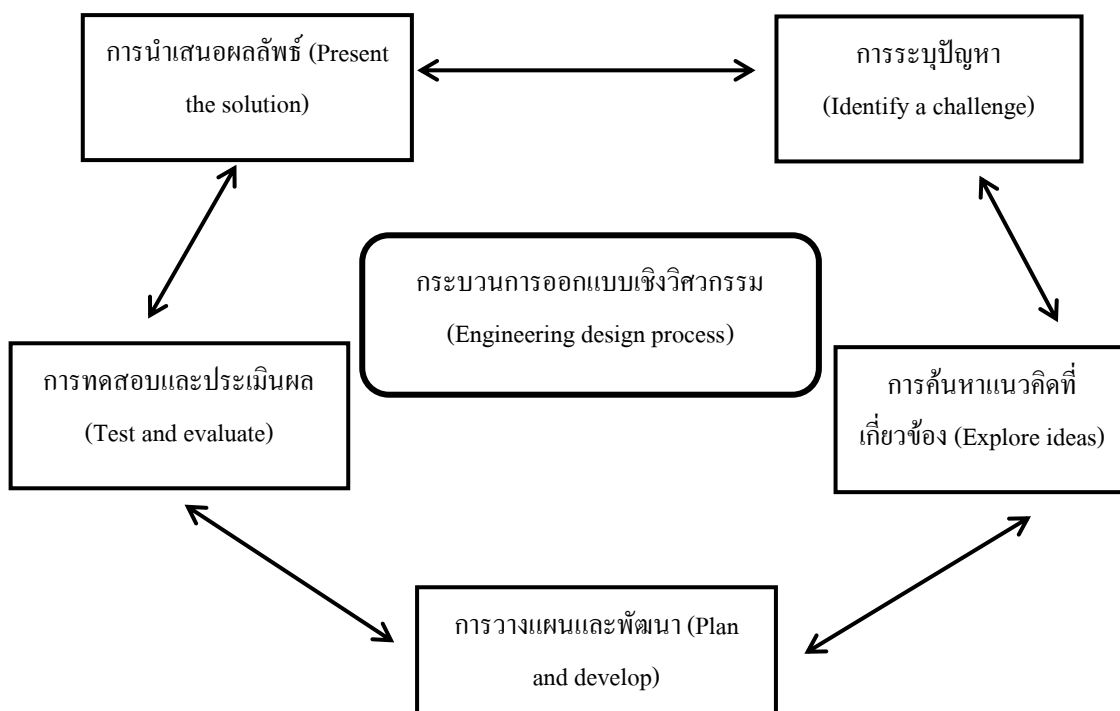
รายละเอียดการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary): กิจกรรม ไขในอะไร แสดงผลในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary): กิจกรรม ไขในอะไร
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ว่า จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน ในขณะที่ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา จึงนำ “กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม” มาใช้เป็นฐานดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังรายละเอียดที่แสดงผลในภาพที่ 9 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556)



ภาพที่ 9 แผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556)

จากภาพแผนผังกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะเห็นได้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นตามลำดับ โดยการทดสอบและประเมินผลสามารถทำได้ในระหว่างการวางแผนและพัฒนาเช่นกัน หรือถ้าหากผลลัพธ์ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องต้นทุนหรือประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ก็อาจจำเป็นต้องย้อนกลับไปค้นหาแนวคิดอื่นขึ้นมาใหม่เป็นต้น

สรุปว่า สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งในการบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน คือขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ในชั้นเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาให้บังเกิดผลเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

ในการศึกษาความรู้สะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะของสะเต็มศึกษา ความเป็นมาของแนวคิดสะเต็มศึกษา ความสำคัญของสะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ และการบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การผนวกแนวคิด

การออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน ในขณะที่ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์การศึกษาได้คิดค้นขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานสำคัญมาจากแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่าหรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ละมัย บุตรมาตร์ (2553) ได้ให้ความหมายของ วัฏจักรการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึกรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการ การแสวงหาความรู้ ความคิด และการกระทำ เพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าหมายถึง การนำความรู้ หรือแบบจำลองไปใช้อธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ทำต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การนำเอาความรู้ไปใช้อธิบายหรือรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบ ความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการเน้นพัฒนาการทางสมองของ เพียเจต์ (Piaget) (ลัดดา สุขปรีดี, 2553) นักจิตวิทยาที่ว่านี้มีความคิดอยู่สองประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิมจึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นความคิดใหม่ให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 Assimilative structure คือ ชั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ชั้นที่ 2 Accommodative structure ในกรณีที่ความรู้เดิมเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้นไม่ตรงความรู้ใหม่ ก็จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลง โครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงที่จะนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการและหลักการเรียนการสอนมาใช้ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 อ้างถึงใน ละมัย บุตรมาตร, 2553) ได้กล่าวว่า พัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนตามทฤษฎีของ เพียเจต์ (Piaget) ไว้ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนตามทฤษฎีของ เพียเจต์ ได้แบ่งขั้นของการพัฒนาความคิดไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นเคลื่อนไหว-สัมผัส (Sensori-motor stage) อายุแรกเกิดถึง 18 เดือน หรือ 2 ปี ขั้นนี้จะคิดหรือเรียนรู้จากสัมผัสและการเคลื่อนไหวของคน

1.2 ขั้นเริ่มคิดเริ่มเข้าใจ หรือขั้นก่อนปฏิบัติการ (Pre-inquiry stage) อายุระหว่าง 2 ถึง 7 ปี ขั้นนี้จะคิดหรือรู้เท่าที่สามารถมองเห็นได้

1.3 ขั้นรู้จักใช้ความคิดเชิงรูปธรรมหรือขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (Concrete operational stage) อายุระหว่าง 7 ถึง 11 ปี ขั้นนี้เป็นขั้นที่คิดได้มากขึ้น แต่การคิดยังขึ้นกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมมาก รับรู้เข้าใจปรากฏการณ์ที่มีตัวแปรหลายตัวได้ แต่ต้องอยู่ในลักษณะสภาพจริง หรือรูปธรรม เชื่อมโยงตัวแปรต่าง ๆ ได้ สามารถจัดกระทำกับข้อมูลที่เป็นจริงได้ โดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุมีผลในด้านการนับ การจำแนก การเรียงลำดับใช้เหตุผลมีสภาพขององค์ประกอบ

1.4 ขั้นใช้ความคิดเชิงนามธรรมได้ หรือขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Formal operational stage) อายุระหว่าง 11 หรือ 12 ปีขึ้นไป คิดได้แบบผู้ใหญ่ลักษณะสำคัญคือ สามารถรับรู้เข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้ รู้จักตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน อ้างอิงผลการทดลองเพื่อนำไปสนับสนุนข้อคาดคะเนที่ตั้งไว้ อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

จำแนกและวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ จัดกระทำกับข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้องได้โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว

2. การสอนตามแนวคิดของ เพียเจต์

นักเรียนในช่วงอายุระหว่าง 6 ถึง 12 ปี จะเห็นได้ว่าการพัฒนาความคิดอยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ตามแนวคิดของ Piaget สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ถึง 6 ช่วงอายุประมาณ 10-12 ปี พัฒนาการคิดอยู่ระหว่างปลายของขั้นที่ 3 และต้นของขั้นที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนยังคงควรเป็นขั้นรูปธรรม และจัดโอกาสให้รู้จักวิเคราะห์ กำหนดสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทดสอบสมมติฐาน ตีความหมายและลงสรุปข้อมูลได้

3. หลักการสอนตามแนวคิดของ เพียเจต์ สรุปได้ดังนี้

3.1 การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง

3.2 การพัฒนาการคิด กระทำได้โดยจัดโอกาสให้นักเรียนได้คิดซึมและปรับขยาย โครงสร้างของความคิดอยู่เสมอ

3.3 การจัดความรู้ให้นักเรียนได้ฝึก และพัฒนาความคิดนั้นควรจัดให้สอดคล้องกับ ระดับขั้นของการพัฒนาความคิด

4. แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของ เพียเจต์

4.1 จัดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ในด้านที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด เช่น จัดให้มีวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยพัฒนามโนทัศน์

4.2 สอดแทรกแง่คิดต่าง ๆ ในบางครั้งอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้คิด เชื่อมโยง และขยายความเพื่อการพัฒนาการคิด

4.3 ให้โอกาสแก่นักเรียนในการอภิปรายถกเถียง วิพากษ์วิจารณ์ ตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ที่จะเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถที่วิเคราะห์ ตีความ และสรุปความหมายของความรู้ได้โดย เหตุผล

4.4 ควรระลึกถึงความสำคัญของการใช้ภาษา ครูควรช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ในการใช้ภาษา เพื่อให้ชัดเจนความคิด ขยายความคิด ภาษาที่ครูใช้อย่างถูกต้องจะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนาความคิด จากการรับรู้มาสู่ความสามารถที่จะคิดด้วยความเข้าใจได้

4.5 พยายามใช้ความรู้ของเด็ก ทักษะของเด็กตลอดจนลักษณะนิสัยที่สนใจ สิ่งแวดล้อม มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบการสำรวจ ชอบทำงานกับเพื่อนมาประกอบการสอน

4.6 สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ และเข้าใจเพื่อการพัฒนา ซึ่งเป็น องค์ประกอบของการพัฒนาความคิด

4.7 ตระหนักถึงการพัฒนาความคิดของนักเรียนแต่ละวัย นักเรียนแต่ละคนเมื่ออายุเท่ากันแต่อาจมีความแตกต่างทางด้านความคิดและแตกต่างจากผู้ใหญ่ โครงสร้างของความรู้ของนักเรียนจะแตกต่างกันไปจากครู การสอนจึงเป็นการช่วยขยายความคิดของนักเรียนให้กว้างขึ้น

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ นำพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนตามทฤษฎีของ เพียเจต์ มาใช้เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติจริงแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง เพื่อพัฒนาความคิดและเชื่อมโยงขยายความคิดให้กว้างขึ้น

ความเป็นมาและแนวคิดสำคัญของวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้พัฒนาการขึ้นโดย Lawson (1995) ซึ่งจัดให้มีในโครงการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science curriculum improvement study program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นสร้าง (Invention) และชั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลังคือ ชั้นสร้างและชั้นค้นพบ ดังนั้น Barman and Kotar (1989) ได้ปรับปรุงเป็นชั้นสำรวจ (Exploration) ชั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept introduction) และชั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept allocation) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงชั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นชั้นแนะนำคำสำคัญ (Term introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำ หรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับผู้เรียน แต่มีใช้แนะนำมโนทัศน์ให้แก่ผู้เรียน เพราะผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของชั้นที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น Carin (1993) ได้ปรับเป็นชั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept formation) ส่วน Abruscato (1996) ได้ปรับเป็นชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept acquisition) จะสังเกตเห็นว่า วัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่แตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน แต่ละชั้นมีสาระสำคัญดังนี้ (ภัทร์ธินันท์ รัตนพงษ์ศักดิ์, 2550)

1. ชั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นชั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกตตั้งคำถาม และคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกตตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2. ชั้นแนะนำคำสำคัญ/ ชั้นสร้างมโนทัศน์/ ชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Terminology / Concept formation/ Concept acquisition phase) เป็นชั้นที่ครูมีบทบาทสูง โดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติ ชั้นสำรวจ โดยครูแนะนำ และอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของ

มโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบายมโนทัศน์ นั้น ๆ
 ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหา มโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept application phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียน
 มีมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้ว (ในขั้นที่ 1 และ 2) มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
 หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้ให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่
 นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ ซึ่งต่อมาได้มีการดัดแปลงชื่อเป็น 4E ได้แก่

1) ขั้นสำรวจ (Exploration phase) 2) ขั้นอธิบาย (Explanation phase) 3) ขั้นขยาย (Expansion phase)
 และ 4) ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)

ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา
 (Biological science curriculum studies หรือ BSCS) ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือ
 5E เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นนี้ ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 (Engagement phase) 2) ขั้นสำรวจ (Exploration phase) 3) ขั้นอธิบาย (Explanation phase)
 4) ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration phase) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation
 phase) ซึ่งรายละเอียดของวัฏจักรการเรียนรู้ในแต่ละขั้นแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 รูปแบบการสอนโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของ
 สหรัฐอเมริกา (BSCS): บทบาทครู

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase)	1. สร้างความสนใจ 2. กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถาม	1. อธิบายมโนทัศน์ 2. ให้นิยามหรือคำตอบ 3. พูดยุติ
ขั้นสำรวจ (Exploration phase)	1. ทบทวนมโนทัศน์หรือเรื่องที่นักเรียน มีความรู้และความคิดมาก่อน 2. กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันโดย ครูไม่สอนโดยตรง 3. ฟังและสังเกตปฏิสัมพันธ์ของนักเรียน 4. ถามคำถามเท่าที่จำเป็นเพื่อให้ นักเรียน ได้สืบเสาะอย่างมีทิศทาง	1. พูดยุติบท 2. บรรยาย 3. บอกคำตอบ 4. บอกหรืออธิบาย วิธีดำเนินการแก้ปัญหา 5. บอกนักเรียนว่าปฏิบัติผิด

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
	5. ให้นักเรียนในการเข้าใจปัญหา 6. ปฏิบัติตนเป็นเสมือนที่ปรึกษาแก่นักเรียน	6. ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้แก้ปัญหา 7. ชี้นำนักเรียนทีละขั้นเพื่อแก้ปัญหา
ขั้นอธิบาย (Explanation phase)	1. กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์และให้คำนิยามด้วยคำพูดของตนเอง 2. ถามหาหลักฐานเพื่อให้นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์ 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนทัศน์ที่ค้นพบ 4. ให้คำนิยามที่เป็นแบบแผนหรืออธิบายและแสดงแผนผังเพื่อให้นักเรียนชี้แจงมโนทัศน์นั้น ๆ	1. ละเลยหรือไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน 2. แนะนำมโนทัศน์หรือทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน
ขั้นขยายหรือ ประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration phase)	1. คาดหวังให้นักเรียนใช้นิยามศัพท์ แผนผังและคำอธิบายในขั้นที่ 3 2. กระตุ้นให้นักเรียนใช้หรือขยายมโนทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่ 3. ตั้งคำถามให้นักเรียนทบทวนความเข้าใจของตน หรือ เปรียบเทียบสถานการณ์สำรวจอีกครั้ง เช่น นักเรียนรู้อะไรทำไม นักเรียนจึงคิดเช่นนั้น	1. ให้คำตอบเกี่ยวกับนิยาม 2. บอกว่านักเรียนคิดผิด 3. บรรยาย 4. ชี้นำนักเรียนทีละขั้นเพื่อแก้ปัญหา 5. อธิบายวิธีดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ขั้นตอนของ รูปแบบการสอน	บทบาทครู	
	สิ่งที่ควรกระทำ	สิ่งที่ไม่ควรกระทำ
ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)	<ol style="list-style-type: none"> อนุญาตให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนและกลุ่มตั้งคำถาม ปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดว่านักเรียนมีหลักฐานอะไรบ้าง นักเรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้างนักเรียน จะอธิบายได้อย่างไร ค้นหาหลักฐานที่นักเรียนเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรม สังเกตว่านักเรียนเกิดการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ และทักษะใหม่หรือไม่ 	<ol style="list-style-type: none"> ทดสอบคำศัพท์และข้อเท็จจริง ชี้แนะความคิดหรือมโนทัศน์ใหม่ สร้างความสับสนหรือวาทวน ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่สัมพันธ์กับมโนทัศน์หรือทักษะนั้น ๆ

จากการศึกษาความเป็นมาและแนวคิดสำคัญของวัฏจักรการเรียนรู้ สรุปได้ว่า พัฒนาการขึ้นในโครงการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นสำรวจ ขั้นสร้าง และขั้นค้นพบ และได้รับการพัฒนาเป็น 4 ขั้น ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกาหรือ BSCS ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น คือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ขั้นประเมินผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2548) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับ

ความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือทำท่ายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้อยากเห็นหรือขัดแย้งเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าหรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่องเหตุการณ์ ให้ค้นคว้าอ่านเรื่อง อภิปราย พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจที่น่าสงสัย แปลกใจ ครูต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือ ทำท่ายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัยใครรู้ อยากรู้อยากเห็นหรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับ นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา

ลักษณะกิจกรรมมีดังนี้ 1) เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน

2) เป็นกิจกรรมที่แปลกใหม่ที่น่าสนใจโดยที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน 3) กิจกรรมควรช่วยความสนใจของนักเรียน ทำท่าย และน่าสนใจ 4) ในขณะที่ทำกิจกรรมควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีแนวทางตรวจสอบอย่างหลากหลาย และ 5) กิจกรรมควรนำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตัวองนักเรียนเอง

ครูมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) สร้างความสนใจ 2) สร้างความอยากรู้อยากเห็น

3) ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด 4) ให้ความเวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร็วในการตอบคำถาม 5) ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจนหรือสมบูรณ์ 6) เปิดโอกาสให้นักเรียนทำ ความกระจ่างในปัญหาที่จะสำรวจ และ 7) เปิดโอกาสเลือกหรือกำหนดปัญหา ที่จะสำรวจด้วยตัวเอง

นักเรียนมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) ตั้งคำถาม 2) ตอบคำถาม 3) แสดงความคิดเห็น

4) กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจ และ 5) แสดงความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ลักษณะของกิจกรรมมีดังนี้ 1) นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง

2) นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ 3) นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย 4) พิจารณาข้อมูล และข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ 5) นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบ 6) นักเรียนวิเคราะห์ อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ และ 7) นักเรียนลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ

ครูมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจ ตรวจสอบ 2) ถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3) ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง 4) ให้นักเรียนได้คิดไตร่ตรองปัญหา 5) สังเกตการทำงานของนักเรียน 6) ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน 7) ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา และ 8) อำนวยความสะดวก

นักเรียนมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2) ตั้งสมมติฐาน 3) พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย 4) ระดมความคิดในการแก้ปัญหา 5) ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบถูกต้อง 6) บันทึกการสังเกตหรือผลสำรวจอย่างเป็นระบบระเบียบรอบคอบ 7) มุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายพร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลายสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้ หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เทียบกับสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสิ่งที่ได้ค้นพบ

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์มีดังนี้ 1) นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมา 1.1) อภิปรายแปลผล 1.2) สรุปผล สอดคล้องกับข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ 1.3) อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล 1.4) นำเสนองานในรูปแบบต่าง ๆ 2) มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน 3) มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ

บทบาทของครูมีดังนี้ 1) ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบด้วยแนวคิดและคำพูดของนักเรียนเอง เช่น ตั้งคำถาม หรือประเด็นข้อสงสัย เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น เป็นต้น 2) ให้นักเรียนเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิมมาใช้ในการอธิบาย 3) ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผลหลักฐานประกอบ และ 4) ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนมีดังนี้ 1) อธิบายการแก้ปัญหา หรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้ 2) อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3) อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ 4) ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์ และ 5) อภิปราย ซักถาม เกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

4. ขยายความรู้ (Elaboration) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวาง กระทั่ง สมบูรณ์ และลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์มีดังนี้ 1) ให้นักเรียนมีความลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น 2) ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ 3) ให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ไปสู่การศึกษาค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น และ 4) ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ หรือสถานการณ์อื่น ๆ

ครูมีบทบาทมีบทบาท ดังนี้ 1) ส่งเสริมให้นักเรียนขยายแนวคิดหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ และ 2) ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่น ๆ นักเรียนมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบาย หรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม 2) นำข้อมูลจากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่ และ 3) นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ชั้นประเมิน (Evaluation)

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์ วิจัย แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปรายประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิจัย หรืออภิปราย ชักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน เปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่

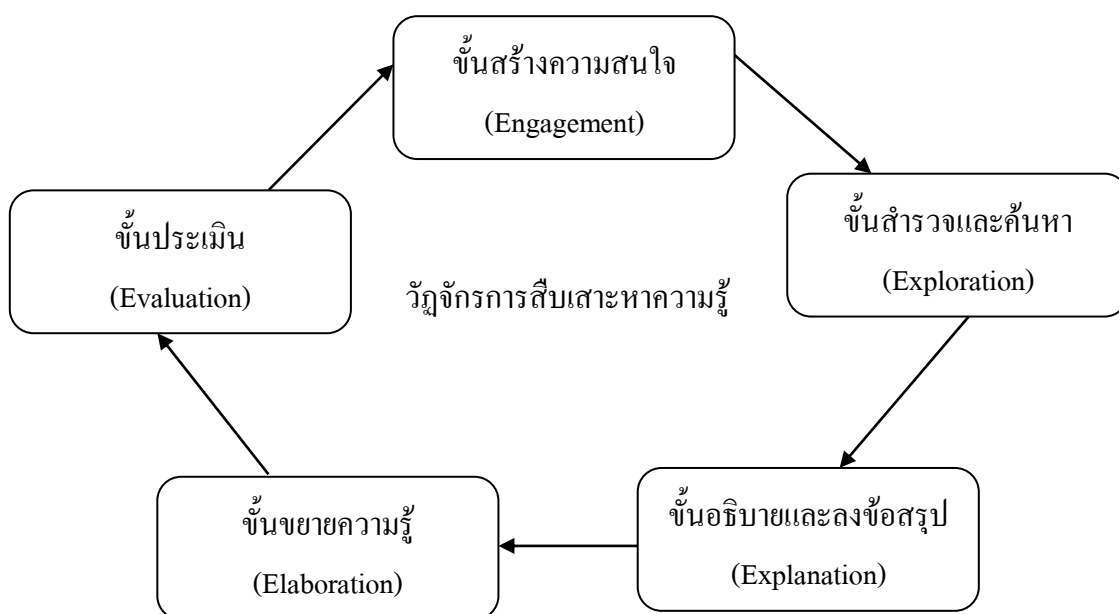
ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ ดังนี้ 1) มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ และกระบวนการที่ได้โดย 1.1) วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน 1.2) อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง หรือเพิ่มเติมกระบวนการและองค์ความรู้ 1.3) เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบ กับสมมติฐานที่กำหนดไว้

ครูมีบทบาทมีบทบาท ดังนี้ 1) ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2) ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการ และองค์ความรู้ด้วยตนเอง และ 3) นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ

นักเรียนมีบทบาทมีบทบาทดังนี้ 1) วิเคราะห์กระบวนการสร้างความรู้ของตนเอง

2) ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายซึ่งอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ และ 3) ประเมินความก้าวหน้าความรู้ของตนเอง

การนำความรู้หรือแบบจำลอง ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะนี้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป โดยจะต้องอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ต่อเนื่องเป็นวัฏจักร รายละเอียดวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้แสดงผลในภาพที่ 9



ภาพที่ 10 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ, 2545)

สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ วัฏจักรการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการสอน และพัฒนาหลักสูตร อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนลำดับขั้นของการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่

ในการศึกษาความรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น สรุปได้ว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงกับความรู้เดิม กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผล เชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ รวมทั้งสามารถประเมินความก้าวหน้าความรู้ของตนเองได้

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำแนวคิดสะเต็มศึกษาและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งจะมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ สามารถดัดแปลงการทำต้นแบบ รวมถึงการออกแบบกระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้าด้วยกันอย่างหลากหลายและเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่คงทนของนักเรียน และเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือคือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

ไอแซก อาร์โนลด์ และไมลีย์ (Eysenck, Arnold & Meily, 1972 อ้างถึงใน ปรียทิพย์ บุญคง, 2546) ให้ความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถระลึกข้อความรู้ต่าง ๆ ที่ครูสอนหรือข้อความรู้ที่ตนได้ศึกษามาด้วยวิธีการต่าง ๆ ไปได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่จะอธิบายขยายความหรือเขียนเรื่องราวใด ๆ ที่ตนได้รับรู้มาโดยการใช้อรรถา สำนวนภาษาของตนเอง และหมายความรวมไปถึงความสามารถในการที่แปลความหมาย ตีความหมาย หรือขยายความหมาย ข้อมูล จากสำนวนสุภาษิต แผนที่ กราฟ หรือตารางต่าง ๆ ตัวอย่างของพฤติกรรมความเข้าใจ

3. การนำไปใช้ (Application) ได้แก่ ความสามารถของผู้เรียนในการที่จะนำความรู้ความเข้าใจที่ตนมีไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิมได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ได้แก่ ความสามารถของนักเรียนในการที่จะใช้สมอง ขบคิดหาเหตุผล หาหลักการ หาสาเหตุ หรือความเป็นไปของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) ได้แก่ ความสามารถของผู้เรียนในการที่จะใช้สมองคิดสร้างสิ่งใหม่ขึ้นมาโดยอาศัยความสามารถของตนเอง

6. การประเมินค่า (Evaluation) ได้แก่การที่ผู้เรียนพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะที่พึงเล็ง ว่าสิ่งนั้น ๆ มีคุณค่า ดี-เลว-ถูก-ไม่ถูก-ควร-ไม่ควร โดยมีเหตุผลประกอบ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออก สมรรถภาพ ความสามารถ ทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญาของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบและแนวทางการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6 ด้าน คือ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า

จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า มากน้อย อยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัยที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถทำการสังเกตและวัดได้เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การสอบแบบปากเปล่า (Oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญาณิพนธ์ ที่ต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-pencil test or written test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free response type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay test)

2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ (Fixed response type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบ 4 รูปแบบ ดังนี้

2.2.2.1 แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative)

2.2.2.2 แบบจับคู่ (Matching)

2.2.2.3 แบบเติมคำ (Completion)

2.2.2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple choice)

ไพศาล หวังพานิช (2526 อ้างถึงใน ขนิษฐา บุญภักดี, 2552) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสำเร็จในการเรียนของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอบ ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงานได้โดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็น ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดย ใช้ข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์

วนิดา คีแป้น (2553) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียน คือ กระบวนการ ตรวจสอบผู้เรียนว่าได้พัฒนาไปถึงจุดหมายปลายทางของหลักสูตรและมีคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์ เป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก น้อยเพียงใด โดยการวัดและการประเมินผลการเรียนมีจุดประสงค์คือการจัดตำแหน่งเพื่อเป็นการวัด ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน เป็นการประเมินพัฒนาการของเด็ก แล้วนำไปทำนายเพื่อเป็นการแนะแนวทางในการประกอบ อาชีพหรือศึกษาต่อ นำไปประเมินค่าซึ่งจะกระทำเมื่อการสอนสิ้นสุดลง

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบความสามารถของ สมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง ตรวจสอบความรู้ความสามารถทาง การปฏิบัติ ตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถใน ด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน

ประเภทของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการเขียนตอบนั้น ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการสอบวัดที่ เกิดจากความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่า ความสามารถของบุคคลใด ๆ ในเรื่องใด นั้นไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถด้อย และส่วนใหญ่จะมีความ สามารถปานกลาง กระจายความสามารถของบุคคล ถ้านำมาเขียนกราฟจะมีลักษณะคล้าย ๆ โค้งรูป ระฆังหรือที่เรียกว่า โค้งปกติ (Normal curve) ดังนั้นการทดสอบแบบนี้จึงยึดคนส่วนใหญ่เป็นหลัก ในการเปรียบเทียบ โดยพิจารณาคะแนนผลการสอบของบุคคลเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มคะแนนจะ มีความหมาย ก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบเดียวกัน มีจุดมุ่งหมายเพื่อกระจายบุคคลทั้งกลุ่มไปตามความสามารถของแต่ละบุคคลก็คือคนที่มีความสามารถสูงจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถด้อยจะได้คะแนนลดหลั่นลงมาจนถึงคะแนน ต่ำสุด

2. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced testing or criterion referenced measurement) ยึดความเชื่อในเรื่องการเรียน เพื่อรอบรู้คือยึดหลักการที่ว่า ในการเรียนการสอนจะต้องมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จใน

การเรียน แม้ว่านักเรียนจะมีลักษณะแตกต่างกัน แต่ทุกคนควรได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตน โดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นจึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้นแล้วนำผลการสอบวัดของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้มีการนำไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่ม ความสำคัญการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นการสำคัญ

เกณฑ์ หมายถึงกลุ่มของพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้แต่ละรายวิชาตามจุดมุ่งหมายของการสอบแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยการเรียนของรายวิชานั้นอาจเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มพฤติกรรมได้ จุดมุ่งหมายของการสอบแบบนี้จึงเป็นการตรวจสอบว่าใครเรียนได้ถึงเกณฑ์และใครยังไม่ถึงเกณฑ์ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น การซ่อมเสริม จากที่กล่าวมาแล้ว พฤติกรรมด้านความรู้และความคิดที่เรียกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับสมรรถภาพสมองหรือสติปัญญาในการเรียนรู้ของนักเรียนที่จำแนกเป็นพฤติกรรม 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจในการเอาไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยได้อย่างดีคือ ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบที่ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวถึง แนวทางการเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมแต่ละประเภท ดังนี้

2.1 การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ คือ ความสามารถในการระลึกเกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนการสอนโดยตรง และจากการอ่านหนังสือและตำราต่าง ๆ คำถามที่ใช้วัดความรู้ความจำมี 3 ชนิด คือ 1) ถามความรู้ในเรื่อง 2) ถามความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ และ 3) ถามความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2.2 การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ การที่นักเรียนหรือบุคคลใดมีพฤติกรรมความเข้าใจได้นั้น นักเรียนหรือบุคคลผู้นั้นจะต้องสามารถแสดงออกซึ่งคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง 3 ประการ ดังนี้ คือ 1) สามารถแปลความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น แปลความหมายข้อความหรือภาพใด ๆ ตามท้องเรื่องได้อย่างถูกต้อง 2) สามารถตีความหมายของเรื่องนั้นได้ คือ จับใจความสำคัญระหว่างชิ้นส่วนย่อย ๆ ของเรื่องนั้นจนสามารถนำมากล่าวเป็นอีกแบบหนึ่งหรืออีกนัยหนึ่งได้ สามารถขยายความหมายและนัยของเรื่องนั้นให้กว้างไกลไปจากสภาพข้อเท็จจริงเดิมได้ เป็นคำถามขั้นสูงสุดของความเข้าใจ เรียกว่า คำถามแบบขยายความและ 3) การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาแปลกใหม่ที่ต่างจากที่เคยเรียน แต่ใช้หลักวิชาการรองรับด้วยกัน คำถามที่ใช้ในการวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้มี 5 แบบ คือ 1) ถามความสอดคล้องระหว่างหลักวิชากับการปฏิบัติ 2) ถามขอบเขตของการใช้หลักวิชากับการปฏิบัติ 3) ถามให้อธิบายหลักวิชา 4) ถามให้แก้ปัญหา 5) ถามเหตุผลหรือการปฏิบัติ

2.3 การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบของเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อสกัดให้เห็นสิ่งที่เป็นสาระสำคัญ คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์มี 3 แบบ คือ 1) ถามการวิเคราะห์ความสำคัญ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) การวิเคราะห์หลักการ

2.4 การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการรวบรวม ผสมผสานส่วนย่อย ๆ เช่น สิ่งของ ข้อเท็จจริง รายละเอียดความคิดเพื่อให้เป็นสิ่งใหม่ที่มีลักษณะแตกต่างไปกว่าเดิมมี 3 แบบ คือ 1) ถามการสังเคราะห์ข้อความ 2) ถามการสังเคราะห์แผนงาน และ 3) ถามการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

2.5 การเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการประเมินค่า เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือวินิจฉัยเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ วิธีการ ความคิดอย่างถูกต้องพร้อมด้วยเหตุผล คำถามที่ใช้วัดประเมินค่ามี 2 แบบ คือ 1) คำถามการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน และ 2) คำถามการประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

สรุปได้ว่า การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทำได้ 2 ลักษณะ คือ การสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่มกับการทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์

ในการศึกษาความรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ และประเภทของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สรุปว่า การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นมวลงประกอบทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ว่าหลังจากเรียนแล้ว นักเรียนมีความรู้ความสามารถในด้านต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามจุดมุ่งหมายของวิชานั้น ๆ เพียงใด และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด

ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ความหมายของชิ้นงาน

สมนึก นนธิจันทร์ (2542) ได้กล่าวถึงชิ้นงานว่า ชิ้นงาน จะมีลักษณะเฉพาะที่เสร็จในตัวสมบูรณ์ในเนื้อหาตามจุดประสงค์ในการเรียนการสอนครั้งหนึ่ง ๆ ซึ่งผลงานจะแสดงผลได้ชัดเจนเป็นรูปธรรมทั้งสิ้น เช่น การเขียนเรียงความเรื่องสัตว์ทะเล

สุวิทย์ มูลคำ (2543) ได้ให้ความหมายว่า ชิ้นงาน หรือหลักฐานที่นักเรียนเป็นผู้ผลิตขึ้น หมายถึง ชิ้นงานหรือหลักฐานการเรียนรู้ที่เป็นผลผลิตมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครู จัดให้กับนักเรียนปฏิบัติจริง ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบันทึกผลการสังเกตการเขียนรายงาน การเขียนเรื่องสั้น การผลิตชิ้นงานที่ได้รับมอบหมายในกลุ่มประสบการณ์หรือวิชาต่าง ๆ การจัดทำ หนังสือเล่มเล็ก การเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

จิรภรณ์ รักกิจเกษตร (2547) ได้ให้ความหมายว่า ชิ้นงาน หมายถึง ผลงานที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากวัสดุอุปกรณ์พื้นฐาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในรูปแบบของรายงาน แผนภาพ แผ่นพับ ภาพการ์ตูน หนังสือพิมพ์ นิตยสาร จดหมายข่าว ไปสเตอร์ และอื่น ๆ ตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบ

จากการที่ศึกษาความหมายของชิ้นงาน สรุปได้ว่า ชิ้นงาน คือ หลักฐานหรือผลงานที่นักเรียนเป็นผู้ผลิตขึ้นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยวัสดุอุปกรณ์พื้นฐาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจจากการนำความรู้ ความคิด ตลอดจนทักษะกระบวนการที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ในรูปแบบของรายงาน แผนภาพ แผ่นพับ ภาพการ์ตูน หนังสือพิมพ์ นิตยสาร จดหมายข่าว ไปสเตอร์ และอื่น ๆ ตามที่นักเรียนร่วมกันออกแบบ

แนวคิดสำคัญในการสร้างชิ้นงาน

พจนา ทรัพย์สมาน (2549) ได้เสนอแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน ว่าการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดมาสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้น ออกเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองจะมีความหมายต่อผู้เรียน สามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่น เข้าใจความคิดของตนได้ดี

การประยุกต์การสร้างชิ้นงานในการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) มีจุดเน้นที่การใช้สื่อเทคโนโลยี วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้ และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเองในบรรยากาศที่มีทางเลือกที่หลากหลายตามความถนัด ความสนใจ ให้ผู้เรียนที่มีวัย ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกัน ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันสร้างสรรค์ความรู้ และผลงานทฤษฎีการสร้างความรู้โดยการสร้างชิ้นงานมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ ซึ่งศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคิดและการใช้เหตุผลที่แตกต่างกันระหว่างเด็ก กับผู้ใหญ่ โดยมีความคิดเห็นว่า เด็ก คือผู้ที่พยายามศึกษาสำรวจโลกของตนเอง ทั้งบุคคลและวัตถุ สิ่งของ ซึ่งการสำรวจนี้ได้มาจากการมีปะทะสัมพันธ์ (Interaction) ของเด็กกับสภาพแวดล้อม เด็กก็

จะรับประสบการณ์ เกิดการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ และพัฒนาความคิดและเริ่มรู้จักใช้เหตุผลกับสิ่งง่าย ๆ ที่เห็นได้ชัด (รูปธรรม) จนพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ ในที่สุดก็สามารถให้เหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

ขั้นตอนของพัฒนาการทางความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive development) มี 4 ขั้น ดังนี้

1) Sensory-motor stage (0 ถึง 2 ปี) 2) Preoperational stage (2 ถึง 7 ปี) 3) Concrete operational stage (7 ถึง 11 ปี) และ 4) Formal operation stage (11 ปี ขึ้นไป) Papert (2002) มีความคิดว่าหากผู้เรียนได้สร้างความรู้ และนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยทำให้เกิดความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมาบนโลก ก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นมาจะมีความหมายอยู่คงทนและไม่ลืมง่าย นอกจากนั้นผู้เรียนยังสามารถสร้างความรู้ต่อไปเรื่อย ๆ อย่างไม่มีที่สิ้นสุดโดยการเรียนรู้ด้วยวิธีการคิดและปฏิบัติจริงมีผลดีต่อผู้เรียน ดังนี้

1. การแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการคิดและปฏิบัติจริงทำให้ผู้เรียนมีโอกาสค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตน รู้จักและเข้าใจตนเองมากขึ้น
2. การเรียนรู้จากการคิดและปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้ประสบการณ์ตรงแล้วใช้กระบวนการคิดเชื่อมโยงสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และทำชิ้นงานเสนอความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนได้อย่างเป็นรูปธรรม
3. การมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ จากการคิดปฏิบัติจริง ตามลำดับขั้น เพื่อวางแผนการเรียนรู้ ลงมือเรียนรู้ตามแผน นำเสนอข้อมูลการเรียนรู้ วิเคราะห์อภิปรายสรุปข้อมูลประเมินและปรับปรุงข้อมูลการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ จัดทำรายงานผลการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการด้านต่าง ๆ ทั้งกระบวนการคิดและกระบวนการปฏิบัติ สามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในการเรียนและแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้
4. การที่ผู้เรียนถูกฝึกให้รับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยการคิดและทำงานร่วมกับผู้อื่นมีผลต่อการพัฒนาลักษณะนิสัยที่ดีงาม เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เช่น มีความรับผิดชอบ ขยันอดทน มีภาวะธรรม ปัญญาธรรม สามัคคีธรรม ฯลฯ

จากแนวคิดสำคัญในการสร้างชิ้นงาน สามารถสรุปได้ว่า การสร้างชิ้นงานเป็นการเรียบเรียงนำเสนอสรุปความรู้ ข้อค้นพบของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยอาศัยสื่อเทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้เป็นรูปธรรมในรูปแบบต่าง ๆ ตามความสนใจ และแผนที่วางไว้ และในการที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน ครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ 1) ครูควรสร้างเสริมให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้ และผลงานทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจัดสภาพแวดล้อม สื่อการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก

ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน 2) ครูควรส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างความรู้ โดยใช้สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพราะสื่อเหล่านั้นมีศักยภาพสูงในการพัฒนากระบวนการสร้างความรู้ของผู้เรียน หากไม่มีสื่อดังกล่าวการใช้สื่อธรรมชาติและวัสดุทางศิลปะ เช่น กระดาษ ดินเหนียว ไม้ พลาสติก โลหะ ของเหลือใช้ต่าง ๆ ก็สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการสร้างความรู้ได้ดีเช่นกัน และ 3) ครูควรสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ บรรยากาศที่เป็นมิตรอบอุ่นปลอดภัย สบายใจและสร้างบรรยากาศที่มีทางเลือกหลากหลายให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจเพราะจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิด การทำและการเรียนรู้ต่อไป

แนวการประเมินผลชิ้นงาน

การประเมินผล ผู้สอนจำเป็นต้องมีเครื่องมือในการให้คะแนนเพื่ออธิบายถึงผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยเฉพาะการประเมินชิ้นงานซึ่งถือเป็นการประเมินผลตามสภาพจริง เนื่องจากการประเมินตามสภาพจริงจะอิงคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติมากขึ้น ดังนั้นครูจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือการประเมินที่มีคุณภาพให้สอดคล้องกับการประเมินดังกล่าว ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชิ้นงานและเกณฑ์การประเมิน รวมถึงประเด็นที่จะประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อเป็นแนวทางและออกแบบเครื่องมือรวมถึงเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

สมปัญญา ศรีภิกคานนท์ (2535) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ประเด็นที่ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน ความสวยงาม น่าสนใจ สัดส่วนของสิ่งประดิษฐ์ ความแข็งแรงคงทน ความถูกต้องตามแบบ ความเหมาะสมของวัสดุ การทำงานของสิ่งประดิษฐ์ และประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์ ระดับความสามารถคุณภาพ และประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

ประพศติ ศิลพิพัฒน์ (2540) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประเด็นที่ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์ ได้แก่ ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน ผลผลิตที่ได้ตรงกับแบบ รูปร่างของสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วนมีความสมบูรณ์สวยงาม โครงสร้างแข็งแรงทนทาน ระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

จิรภรณ์ รักกิจเกษตร (2547) ได้ทำการศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเด็นที่ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของชิ้นงาน ได้แก่ ความสวยงาม ตัวอักษรภาพประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ ระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

ขนิษฐา เวชรัมย์ (2550) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโยนิโสมนสิการ ประเด็นที่ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของชิ้นงาน ได้แก่ เทคนิคการทำหนังสือทำมือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาเขียนการเขียนสะท้อนความรู้ความคิดและรูปภาพประกอบเนื้อหา ระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์ (2552) ได้ทำการศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่างอุตสาหกรรม ประเด็นที่ประเมินทักษะในการปฏิบัติงานสร้างสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์งาน การวางแผนหรือการแก้ปัญหา และการปฏิบัติงานระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

บุษยพล วารีย์ (2553) ได้ทำการศึกษาผลการใช้เลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประเด็นที่ประเมินผลชิ้นงาน ได้แก่ ชิ้นงานคุณลักษณะของชิ้นงานขั้นตอนการทำงาน of นักเรียน การทำชิ้นงาน โดยการนำเอาความรู้เดิมมาใช้ และการแสวงหาวิธีการในการสร้างชิ้นงานด้วยตนเองระดับคุณภาพและประสิทธิภาพของสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ วัดโดยใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

รัชกร สุวรรณจรัส (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการความรู้ด้วยการเรียนจากประสบการณ์บนเครือข่ายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาของครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประเด็นที่ประเมินนวัตกรรมทางการศึกษาของครู ประกอบด้วยด้านความเป็นนวัตกรรมด้านการนำเสนอ ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม และด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมเกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพนวัตกรรมใช้เกณฑ์รูบริกส์ (Rubrics)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เป็นหน่วยงานหลักในการยกระดับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศ มีบทบาทในการริเริ่มและส่งเสริมให้มีการศึกษาค้นคว้า วิจัยและพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ รวมถึงวิธี

การสอนการประเมินผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พัฒนากิจกรรมที่ส่งเสริมการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งประเด็นการประเมิน และรูปแบบเกณฑ์การประเมินไว้ ดังนี้ 1) กิจกรรมการสร้างป้ายข้อความ ประเด็นการประเมินชิ้นงาน คือ ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน ความคิดสร้างสรรค์การสื่อสารและตำแหน่งที่ติดตั้ง รูปแบบเกณฑ์การประเมินรูบริกส์ (Rubrics) 2) กิจกรรมนักโภชนาการน้อย ประเด็นการประเมินชิ้นงาน คือ รายการอาหารที่เหมาะสม ปริมาณพลังงานในอาหารความดึงดูดความสนใจและการนำเสนออย่างสร้างสรรค์ รูปแบบเกณฑ์การประเมินรูบริกส์ (Rubrics) 3) กิจกรรมรถของเล่นไฟฟ้า ประเด็นการประเมินชิ้นงาน คือ การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการเทคโนโลยี การเคลื่อนที่ของรถของเล่นต้นทุนวัสดุในการสร้างรถของเล่นและการนำเสนอข้อมูล รูปแบบเกณฑ์การประเมินรูบริกส์ (Rubrics) 4) กิจกรรมถุงประคบร้อน ประเด็นการประเมินชิ้นงาน คือ ผลงาน เวลาที่ใช้ต้นทุนการผลิต การนำเสนอผลงาน การออกแบบเชิงวิศวกรรมและการบูรณาการความรู้ (STEM) รูปแบบเกณฑ์การประเมินรูบริกส์ (Rubrics)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินรวมถึงประเด็นที่จะประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานสามารถแสดงผลในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมินรวมถึงประเด็นที่จะประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
สมปัญญา ศรีภคานานนท์	การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน - ความสวยงามน่าสนใจ - สัดส่วนของสิ่งประดิษฐ์ ความแข็งแรงคงทน - ความถูกต้องตามแบบ - ความเหมาะสมของวัสดุ - การทำงานของสิ่งประดิษฐ์ - ประโยชน์ของสิ่งประดิษฐ์ 	รูปวิคส์
ประพศติ ศิลพิพัฒน์	การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	<ul style="list-style-type: none"> - ความประณีตและความเรียบร้อยของงาน - ผลผลิตที่ได้ตรงกับแบบ - รูปร่างของสิ่งประดิษฐ์ได้สัดส่วนมีความสมบูรณ์สวยงาม - โครงสร้างแข็งแรงทนทาน 	รูปวิคส์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์ การประเมิน
จิรภรณ์ รักกิจเกษตร	การศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	- ความสวยงาม - ตัวอักษร - ภาพประกอบ - ความคิดสร้างสรรค์	รูปริคส์
ขนิษฐา เวชรัมย์	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโยนิโสมนสิการ	- เทคนิคการทำหนังสือทำมือ - ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาเขียน - การเขียนสะท้อนความรู้ความคิด - รูปภาพประกอบเนื้อหา	รูปริคส์
มนต์ชัย พงศกรนฤวงษ์	การศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม	- การวิเคราะห์งาน - การวางแผนหรือการแก้ปัญหา-การปฏิบัติงาน	รูปริคส์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์ การประเมิน
บุษยพล วารีย์	การศึกษาผลการใช้เลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ที่มีต่อ ความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	- ชี้นำงาน - คุณลักษณะของชี้นำงาน - ขั้นตอนการทำงานของนักเรียน-การทำชี้นำงาน โดย การนำเอาความรู้เดิมมาใช้ - การแสวงหาวิธีการในการสร้างชี้นำงานด้วยตนเอง	รูปรีคัลส์
รัชกร สุวรรณจรัส	การศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการความรู้ด้วยการ เรียนจากประสบการณ์บนเครือข่ายเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาของ ครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	- ความเป็นนวัตกรรม - การนำเสนอ - กระบวนการพัฒนานวัตกรรม - คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม	รูปรีคัลส์
สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (สสวท.)	- สร้างป้ายข้อความ	- ความสมบูรณ์ของชี้นำงาน - ความคิดสร้างสรรค์ - การสื่อสาร - ตำแหน่งที่ติดตั้ง	รูปรีคัลส์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์ การประเมิน
- นักโภชนาการน้อย		<ul style="list-style-type: none"> - รายการอาหารที่เหมาะสม - ปริมาณพลังงานในอาหาร - ความดึงดูดความสนใจ - การนำเสนออย่างสร้างสรรค์ 	รูปวิทัศน์
- กิจกรรมรถของเล่นไฟฟ้า		<ul style="list-style-type: none"> - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการเทคโนโลยี - การเคลื่อนที่ของรถของเล่น - ต้นทุนวัสดุในการสร้างรถของเล่น - การนำเสนอข้อมูล 	รูปวิทัศน์
- ถังประคบร้อน		<ul style="list-style-type: none"> - ผลงาน - เวลาที่ใช้ - ต้นทุนการผลิต - การนำเสนอผลงาน - การออกแบบเชิงวิศวกรรม - การบูรณาการความรู้ (STEM) 	รูปวิทัศน์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชิ้นงานและเกณฑ์การประเมินรวมถึงประเด็นที่จะประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานสามารถสรุปได้ว่า ในการที่จะให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมออกมานั้น ครูต้องมีรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติของนักเรียน กิจกรรมที่ปฏิบัติตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหาวิชา รวมถึงประเด็นที่ใช้ประเมินชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ถือว่าเป็นนวัตกรรมนั้น จะต้องมี ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานนั้น ๆ รวมถึงมี เกณฑ์การวัดที่ชัดเจน โดยงานวิจัยส่วนมากจะนิยมใช้เกณฑ์การวัดแบบรูบริกส์ (Rubrics)

รูบริกส์ (Rubrics) เป็นเกณฑ์การประเมินที่สะท้อนหลักสูตรและการสอนของแต่ละคน ในการประเมินรูปแบบใหม่ ผู้ประเมินควรที่จะกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน และนักเรียนควรจะได้ ทราบก่อนลงมือทำงาน เกณฑ์การประเมินนี้จะระบุคุณภาพที่ต้องการให้นักเรียนกระทำแต่ละ คะแนนบนรูบริกส์ (Rubrics) ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างการตอบสนองนั้น ๆ การกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนนนั้นจะทำให้ให้นักเรียนรู้ว่าครูต้องการอะไร และเขาต้องทำอะไรเพื่อที่จะให้ผลงาน ของเขาได้คะแนนในระดับที่ต้องการ (ไซลัน สตาและ, 2558)

จุดประสงค์ของการสร้างรูบริกส์ (Rubrics)

การสร้างรูบริกส์ (Rubrics) มีจุดประสงค์ ดังนี้ (สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม, 2544) 1) เพื่อประเมินกระบวนการ (Product) เช่น ประเมินการเรียนรู้เป็นทีม กลยุทธ์การสัมภาษณ์ เป็นต้น 2) เพื่อประเมินผลผลิต (Product) เช่น ประเมินเพิ่มสะสมงาน รายงานการวิจัย นิทรรศการ ผลงาน ศิลปะ เป็นต้น 3) เพื่อประเมินการปฏิบัติ (Performance) เช่น ประเมินการนำเสนอปากเปล่า การอภิปราย การสาธิต เป็นต้น

การจัดประเภทของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics)

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการปฏิบัติงาน และเกณฑ์การประเมิน คุณภาพของงาน มีการจัดประเภทของเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 2 แบบ ดังนี้ (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554; สุวิมล ว่องวานิช, 2550) การจัดประเภทแบบที่ 1 วิธีการกำหนดเกณฑ์การให้ คะแนน มี 2 ประเภท ดังนี้ 1) General scoring rubrics คุณภาพที่กำหนดเป็นข้อความทั่วไป ไม่ยึดติดกับเนื้อหา และ 2) Specific scoring rubrics คุณภาพที่กำหนดเป็นข้อความที่เจาะจงยึดติด กับเนื้อหาที่ต้องการวัด การจัดประเภทแบบที่ 2 วิธีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน มี 3 ประเภท ดังนี้ 1) การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic rubrics) เป็นการกำหนดเกณฑ์แบบองค์รวม กว้าง ๆ ไม่แยกให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบย่อย แต่จะเขียนในภาพรวมทั้งหมดในแต่ละระดับคะแนน 2) การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic rubrics) เป็นการกำหนดเกณฑ์แบบองค์รวมกว้าง ๆ แยก การให้คะแนนตามแต่ละองค์ประกอบย่อย แล้วสรุปเป็นคะแนนรวมทีหลังและ 3) การให้คะแนน

ผสม (Annotated rubrics) ผู้ประเมินให้คะแนนแบบองค์ประกอบรวมก่อน แล้วค่อยระบุจุดแข็งจุดอ่อน สนับสนุนการให้คะแนนแบบองค์รวม

การเขียนแบบประเมินภาพรวม คือการอธิบายลักษณะงานในแต่ละระดับ โดยต้องให้ครอบคลุมคุณภาพในระดับนั้น แต่ต้องไม่ใช่สิ่งที่เพื่อฝึกฝนความเป็นจริงจนนักเรียนไม่สามารถปฏิบัติได้ตัวอย่างการสร้างเกณฑ์การประเมินภาพรวม เช่น

ตารางที่ 13 ตัวอย่างรูบริกส์ (Rubrics) แบบภาพรวมเพื่อประเมินการนำเสนอปากเปล่า (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2544)

ระดับ	คำอธิบาย
5 ยอดเยี่ยม	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน พร้อมให้เหตุผลที่หนักแน่น ซึ่งให้เห็นความสำคัญของเรื่องที่ศึกษา มีข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงสนับสนุนข้อสรุป การนำเสนอมีความต่อเนื่อง มีการสบสายตาผู้ฟังโดยตลอด มีการเตรียมการอย่างดี มีการจัดลำดับระบบระเบียบในการนำเสนออย่างดี มีความกระตือรือร้น มีการใช้สื่อในการนำเสนออย่างมีประสิทธิภาพ ตอบคำถามของผู้ฟังได้ชัดเจน ตรงประเด็น และเหมาะสม
4 ดีมาก	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษา พร้อมให้เหตุผลที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของเรื่องที่ศึกษา มีข้อมูลเพียงพอที่สนับสนุนข้อสรุป การนำเสนอถูกต้อง มีการเตรียมการก่อนนำเสนอ และมีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการใช้สื่อและ ตอบคำถามของผู้ฟังได้ชัดเจน
3 ดี	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษา พร้อมกล่าวถึงข้อสรุป แต่ข้อมูลสนับสนุนข้อสรุปไม่มากพอเหมือน 4 กับ 5 การนำเสนอถูกต้อง มีการเตรียมการก่อนนำเสนอ และมีการจัดลำดับการนำเสนอ มีการตอบคำถามได้บางคำถาม
2 พอใช้	นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษา แต่ไม่สมบูรณ์ ไม่มีการกล่าวข้อสรุป ลำดับการนำเสนอที่ทำให้เข้าใจได้ แต่มีข้อผิดพลาดบางจุด เตรียมการไม่ดี จัดระบบระเบียบไม่ดี มีการตอบคำถามได้บางคำถาม
1 ควรปรับปรุง	นักเรียนนำเสนอโดยไม่ได้เริ่มที่คำถามหรือความสำคัญ หัวข้อที่นำเสนอไม่ชัดเจน และมีข้อสรุปที่ไม่เพียงพอ การนำเสนอเน้นยกต่อการติดตามฟัง ขาดการเตรียมตัวหรือขาดการจัดระบบระเบียบ มีการตอบคำถามเฉพาะบางคำถามหรือไม่ตอบ
0	ไม่มีการนำเสนอปากเปล่า

ตัวอย่างการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกเป็นประเด็นย่อย เช่น

ตารางที่ 14 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนการทำโครงการทดลองวิทยาศาสตร์ (สมศักดิ์
ภู่วิภาดาวรรณ, 2544)

รายการ ประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การออกแบบ การทดลอง	แบบการทดลองที่ใช้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้มี การวิเคราะห์ปัญหา และออกแบบ การทดลองได้ด้วย ตนเองและสามารถ ทำการทดลองได้ อย่างเหมาะสม	แบบการทดลองที่ ใช้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้นำ ความคิด กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ ในการทดลองโดยมี การควบคุมตัวแปร ต่าง ๆ	แบบการทดลองที่ใช้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้นำ ความคิดกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ แต่จำเป็นต้องช่วยใน การควบคุมตัวแปร ต่าง ๆ	แบบการทดลองที่ ใช้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถทำ การทดลองได้เมื่อ ได้รับ ความช่วยเหลือ จากครู
2. การเก็บ รวบรวม ข้อมูล	ข้อมูลที่ได้รับ การเก็บรวบรวม และจดบันทึกไว้เป็น ลำดับ ซึ่งสะท้อนผล การทดลองได้อย่าง ถูกต้องแม่นยำ	ข้อมูลที่ได้รับ การจดบันทึกไว้ เป็นตัวแทนของผล การทดลอง	ข้อมูลที่ได้รับ บันทึกไว้อย่างไม่เป็น ระบบ หรือเป็นระบบ ขึ้นภายหลังจากได้รับ การช่วยเหลือจากครู	ข้อมูลที่ได้รับ การจดบันทึกไว้ อย่างไม่สมบูรณ์ หรือหรือจดบันทึก ภายหลังจากได้รับ การช่วยเหลือจาก ครู
3. ผลการทดลอง	ในรายงานผล การทดลอง มีการอธิบายผล การทดลองชัดเจน มีการใช้ข้อมูลจาก แหล่งต่าง ๆ หรือ จากการทดลอง อื่น ๆ ประกอบ คำอธิบาย	ในการรายงานผล การทดลองแสดงให้เห็น เห็นว่านักเรียนมี ความเข้าใจในผล การทดลองและรู้ว่า จะอธิบายผล การทดลองนั้น อย่างไร	ในการรายงานผล การทดลองมี การแสดงผล การทดลอง การสรุปผลยังไม่ สมบูรณ์หรือมี การสรุปผลแต่สรุป หลังจากถูกถาม คำถาม	ในการรายงานผล การทดลองมี การแสดงผล การทดลอง ขาดการสรุปผล หรือไม่สมบูรณ์ หรือสับสน

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
4. การนำเสนอ ผลการทดลอง ด้วยปากเปล่า	การพูดนำเสนอทำ ได้ชัดเจน ถูกต้อง ผู้ฟังให้ความสนใจ มีท่าทางน้ำเสียงและ การสบสายตาสื่อผู้ฟัง ดีมาก	การพูดนำเสนอ ได้รับการจัดเตรียม ด้วยความช่วยเหลือ บางประการจากครู แต่มีการนำเสนอผล การทดลอง การพูด มีเหตุผลและใช้ ท่าทางประกอบ น้ำเสียงและ การสบตาสื่อผู้ฟัง ทำได้ดี	การพูดนำเสนอทำได้ หลังจากได้รับ การสอนจากครู มีการใช้ท่าทาง น้ำเสียงและการสบตา ผู้ฟัง	การพูดนำเสนอทำ ได้หลังจากได้รับ การสอนจากครู

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

คะแนน ระดับคุณภาพ

ต่ำกว่า 5 1 (ปรับปรุง)

6-9 2 (พอใช้)

10-13 3 (ดี)

14 ขึ้นไป 4 (ดีมาก)

จากรูปแบบเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ (Rubrics) สามารถสรุปได้ว่าเป็นรูปแบบเครื่องมือที่สามารถประเมินคุณภาพจริงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ชัดเจนและสามารถวัดผลการปฏิบัติงานที่ออกมาในรูปชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพ โดยมีระดับคะแนนการประเมินที่ชัดเจนในการศึกษาความรู้ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งประกอบไปด้วยความหมายของชิ้นงาน แนวคิดสำคัญในการสร้างชิ้นงาน แนวการประเมินผลชิ้นงาน จุดประสงค์ของการสร้างรูบริกส์ (Rubrics) และการจัดประเภทของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน จะต้องคำนึงถึงวัยในแต่ละระดับชั้น เนื้อหาควรสอดคล้องกับหลักสูตร เพื่อจะได้ง่ายต่อการออกแบบกิจกรรม ในส่วนของเนื้อหาความรู้จะต้องมีการวัดและประเมินให้ตรงจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน โดยเฉพาะจะต้องมีการบูรณาการให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของชิ้นงาน ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยให้ความสำคัญการบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาคือจะต้องมีทั้งทักษะทางด้านวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และ เทคโนโลยี ในส่วนการวัดชิ้นงานจะต้องสร้างตาม แนวคิดและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าชิ้นงานนั้นมุ่งเน้นไปในทางใด สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม โดยแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์งาน 2) การวางแผน 3) การบูรณาการความรู้ 4) การเลือกวัสดุ 5) การทำชิ้นงาน 6) ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน 7) คุณค่า และประโยชน์ของชิ้นงาน 8) ความคิดสร้างสรรค์ 9) การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์ และ 10) การทำงานกลุ่ม

ความพึงพอใจในการเรียนรู้

ความหมายของความพึงพอใจ

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546) ได้ให้ความหมายว่า พพอใจ หมายถึง สมใจ ชอบใจ เหมาะ พังใจ หมายถึง พพอใจ ชอบใจ

ศุภศิริ โสมาเกต (2544) ให้ความหมายความพึงพอใจว่า ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้นความพึงพอใจในการเรียนรู้ จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ในการร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนและต้องการ ดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

รักพงษ์ วงษ์ธานี (2546) ให้ความหมายความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติ ในทางที่ดีของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนเองต้องการก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการที่ตนเองไม่ได้รับการตอบสนองความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

วัชรภรณ์ กองมณี (2546) ให้ความหมายความพึงพอใจว่า ความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งต่าง ๆ ในทางบวกและเป็นความรู้สึกที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาหรือสถานการณ์เปลี่ยนไป

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้จึงหมายถึง ความคิดเห็นของผู้เรียนว่ามีความพอใจหรือไม่พอใจต่อการเรียนหรือการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

1. แนวคิดความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow)

มาสโลว์ (Maslow, 1970 อ้างถึงใน ประสาท อิศรปริดา, 2547) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Hierarchy of needs theory) โดยอธิบายว่า มนุษย์มีความต้องการจากระดับ

พื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ดังนี้ 1) ความต้องการทางสรีระ (Physiological needs) 2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety needs) 3) ความต้องการความรักและการยอมรับว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Belongness and love needs) 4) ความต้องการยกย่องสรรเสริญ (Esteem needs) 5) ความต้องการรู้และเข้าใจ (Needs to know and understand) 6) ความต้องการสุนทรีย์ (Aesthetic needs) และ 7) ความต้องการสร้างประจักษ์ตนและการพัฒนาตามศักยภาพแห่งตน (Selfactualization needs)

2. แนวคิดทฤษฎีการจูงใจของเฮิร์ทเบิร์ก (Herzberg)

เฮิร์ทเบิร์ก (Herzberg, 1959 อ้างถึงใน รักพงษ์ วงษ์ธานี, 2546) ได้เสนอทฤษฎี 2 องค์ประกอบ โดยอธิบายว่า ในการทำงานต่าง ๆ การที่จะทำให้คนมีความรู้สึกพอใจหรือไม่พอใจ มีองค์ประกอบอยู่ 2 ประเภท คือ

2.1 ปัจจัยจูงใจ เป็นปัจจัยที่สร้างความพึงพอใจในงานให้เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้บุคคลรักและชอบงานที่ปฏิบัติอยู่ และทำให้บุคคลในองค์กรปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 1) ความสำเร็จในงาน 2) การได้รับการยอมรับนับถือ 3) ลักษณะงาน 4) ความรับผิดชอบ และ 5) ความก้าวหน้าในงาน

2.2 ปัจจัยค้ำจุน เป็นปัจจัยที่กำจัดความไม่พึงพอใจในงานและเป็นปัจจัยที่ช่วยให้บุคคลยังคงปฏิบัติงานได้ตลอดเวลา ประกอบด้วย 1) ค่าตอบแทน 2) โอกาสที่จะได้รับความก้าวหน้าในอนาคต 3) สัมพันธภาพระหว่างบุคคล 4) ความมั่นคงปลอดภัยในงาน 5) สภาพการทำงาน และ 6) นโยบายองค์กร

จากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า มนุษย์มีความต้องการจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น หากความต้องการได้รับการตอบสนองแล้ว จะเกิดความพึงพอใจในระดับหนึ่ง ในการทำงานใด ๆ คนเราจะเกิดความรู้สึกพอใจหรือไม่พอใจขึ้นอยู่กับปัจจัยจูงใจและปัจจัยค้ำจุน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วย

การวัดความพึงพอใจ

หน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจกับความพึงพอใจมาก นักจิตวิทยาอุตสาหกรรมได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจ ตามนิยามศัพท์เฉพาะและตามจุดมุ่งหมายของการวัด การแบ่งแบบวัดมีหลายลักษณะดังนี้ (ปริยาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2532)

การแบ่งแบบวัดตามลักษณะข้อความที่ถามออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบสำรวจปรนัย เป็นแบบวัดที่มีคำถามและคำตอบใช้เลือกตอบ โดยที่ผู้ตอบตอบตามที่ตนเองมีความคิดเห็นและความรู้สึกเป็นข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ด้วยเชิงปริมาณ

2. แบบสำรวจเชิงพรรณนา เป็นแบบสอบถามที่ผู้ตอบ ตอบด้วยคำพูดและข้อเขียนของตนเอง เป็นแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิดให้ผู้ตอบโดยอิสระเป็นข้อมูลที่ได้ในเชิงคุณภาพ

แบบวัดยังสามารถแบ่งได้ตามคุณลักษณะของงานเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบวัดความพึงพอใจงาน โดยทั่วไป เป็นแบบวัดที่วัดความพึงพอใจของบุคคลที่มีความสุขอยู่กับงานโดยส่วนรวม ตัวอย่างแบบวัดชนิดนี้ ได้แก่ แบบวัดของแฮกแมนและโอล์ดแฮม (Hackman & Oldham, 1975 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2532)

2. แบบวัดความพึงพอใจเฉพาะเกี่ยวกับงานของแบบวัดนี้ เป็นการวัดความพึงพอใจในแต่ละด้าน ตัวอย่างแบบวัดชนิดนี้ ได้แก่ แบบวัดของแฮกแมนและโอล์ดแฮม แบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า มีข้อความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจในการทำงาน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านรายได้ ความมั่นคงในงานมิตรสัมพันธ์ ผู้บังคับบัญชา และความก้าวหน้า

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจแบ่งแบบวัดตามลักษณะข้อความที่ถาม และแบ่งแบบวัดตามคุณลักษณะของงาน

ในการศึกษาความรู้ความพึงพอใจในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย ความหมายของความพึงพอใจ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ และการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ เป็นความพึงพอใจที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ทำให้ได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรมีอยู่จำนวนมากแต่สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังมีไม่มากเมื่อเทียบกับงานวิจัยทั่วไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ค่อนข้างใหม่ในเวลานี้ โดยงานวิจัยที่ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีดังนี้

พูนสุข อุดม (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบพหุวิทยาการ ร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยตรัง โดยดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร และการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรบูรณาการ การดำเนินการดังกล่าวสามารถสร้างหลักสูตรบูรณาการแบบพหุวิทยาการระหว่าง รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยใช้รูปแบบ การบูรณาการ 2 รูปแบบ คือ การบูรณาการแบบเรียงลำดับ และการบูรณาการแบบมีส่วนร่วม แล้ว นำโครงร่างหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้อง พบว่า ทุกองค์ประกอบของหลักสูตรบูรณาการมีความเหมาะสมและสอดคล้อง

ก่อนการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ ได้นำหลักสูตรบูรณาการไปทำการศึกษานำร่อง แบบจุลภาคกับนักเรียนที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แล้ว และกำลังจะเข้าศึกษาต่อใน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง ในปีการศึกษา 2545 จำนวน 8 คน เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนที่ใช้หลักสูตรบูรณาการแบบพหุวิทยาการที่มีรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 เป็นแกน เนื่องจากทำให้สามารถเกิดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และ ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 ได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นทำการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการที่พัฒนาขึ้นกับ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง จำนวน 74 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 เป็นเวลา 1 ภาคเรียน (20 สัปดาห์) โดยมีการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการใช้หลักสูตรและหลังการใช้หลักสูตร พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 หลังการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p = 0.000$) นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นต่อหลักสูตรบูรณาการหลังการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการในระดับมาก และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นต่อพฤติกรรมการสอนของครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 หลังการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ สูงกว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นต่อ พฤติกรรมการสอนของครูผู้สอนขณะทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ แสดงว่า หลักสูตรบูรณาการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

จากกระบวนการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรบูรณาการในครั้งนี้ ทำให้ได้หลักสูตรบูรณาการแบบพหุวิทยาการระหว่างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และ

ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จิรภรณ์ รักกิจเกษตร (2547) ได้ทำการศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง อาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญ ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย แผนการเรียนรู้ อนุทินของผู้เรียน อนุทินของผู้สอนและแบบประเมินชิ้นงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกข้อมูลออกเป็นบทบาทครู และบทบาทนักเรียน ประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดในแบบประเมินชิ้นงาน

ผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันเป็นวิธีสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ร่วมกัน ปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ เรียนรู้วิธีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ และมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสภาพแวดล้อม ส่วนทางด้านการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการดำเนินงาน ด้านเรียนรู้เนื้อหา ด้านการออกแบบชิ้นงาน และด้านการนำเสนอผลงาน สรุปผลการวิจัยได้ว่า การเรียนรู้ร่วมกัน เป็นวิธีสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ชนิษฐา เวชรังษี (2550) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโยนิโสมนสิการ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณีเขต อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 29 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย และได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบ โยนิโสมนสิการ ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ แบบปรนัยมีความเชื่อมั่น 0.80 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย มีความเชื่อมั่น 0.47 และแบบประเมินความสามารถในการสร้างชิ้นงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test dependent samples และ t-test one group ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน อยู่ในระดับเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฉัตรแก้ว ชีระเดชากุล (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การบริหารการจัดการความรู้ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 2 พบว่า ครูควรแสวงหาความรู้เรื่องการจัดการความรู้เพิ่มเติม โดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ครูควรจะต้องดำเนินการจัดการความรู้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่ได้จากการจัดการความรู้ชัดเจน ครูควรมีทัศนคติในเรื่องการจัดการความรู้เชิงบวก โดยมองว่าการจัดการความรู้เป็นเทคนิคที่จะช่วยสนับสนุนการถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ทักษิณา เครือหงส์ (2550) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการเนื้อหารายวิชา คณิตศาสตร์กับวิชาคำนวณของช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลโดยมีการดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านนักศึกษา ด้านอาจารย์ และด้านเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตร การบูรณาการและการเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้จัก

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร ได้ดำเนินการบูรณาการ 2 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 ความสัมพันธ์ของเมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์กับคณิตศาสตร์พื้นฐานและการแก้ปัญหาทางวงจรไฟฟ้า และหน่วยที่ 7 ความสัมพันธ์ของแคลคูลัสกับคณิตศาสตร์พื้นฐานและการแก้ปัญหาทางวงจรไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อชี้แนะการรู้จัก กำหนดหัวข้อเนื้อหาและเวลาให้อาจารย์ช่างอุตสาหกรรมและอาจารย์คณิตศาสตร์ จำนวน 29 คน ร่วมกันพิจารณาความเหมาะสมในขั้นต้น ภายหลังจากสร้างหลักสูตรได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 24 คน ตรวจสอบ ได้ค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ภาพรวม $\bar{X} = 4.45$ และ และมีความสอดคล้อง (ภาพรวม IOC = 0.89)

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ทดลองใช้หลักสูตร 1 ครั้งกับนักศึกษากลุ่มอื่น โดยผู้วิจัยและอาจารย์คณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้หลักสูตรจริง และระยะที่ 2 นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาช่างไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2549 ผลการทดลองพบว่า ทั้ง 2 หน่วยให้ผลลัพธ์เป็นแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขหลักสูตร นำผลจากการทดลองใช้หลักสูตรมาปรับปรุงแก้ไขเป็นหลักสูตรที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไปได้

พระมหานเตร ดอกมะกล่ำ (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตร 2) เพื่อพัฒนาหลักสูตร 3) เพื่อทดสอบใช้หลักสูตร และ 4) เพื่อประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าช้างวิทยาคาร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 63 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบวัดทักษะการปฏิบัติระหว่างกรอบ 3) แบบสอบถามเจตคติ ต่อหลักสูตรฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะ อันพึงประสงค์มากขึ้น พร้อมทั้งสามารถนำกลับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้เป็นอย่างดี ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 พฤติกรรมระหว่างอบรมตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภาพรวมของการประเมินอยู่ใน ระดับดีมาก และเจตคติของนักเรียนที่ต่อหลักสูตรฝึกอบรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการอบรมต่อ หลักสูตรฝึกอบรมในข้อคำถามเชิงบวกอยู่ในระดับที่เห็นด้วยทุกข้อ คำถามเชิงลบส่วนใหญ่อยู่ใน ระดับที่ไม่เห็นด้วยและมีเพียง 1 ข้ออยู่ในระดับที่ไม่แน่ใจ

ถาวร ต้นหยงมาศกุล (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ สู่ความเป็นเลิศโดยดำเนินการตามกระบวนการหลัก ของการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน การสร้างทดลองใช้ และประเมินหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ได้แก่หลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกลุ่มเนื้อหาที่พัฒนาขึ้น แบบวัดเจตคติที่มี ต่อหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยใช้หลักเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นทำการจัดการเรียนรู้จำนวน 48 ชั่วโมง ผลการวิจัย พบว่า 1) ได้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นที่มีคุณภาพตรงตามเกณฑ์ที่นักเรียนมีความเป็นเลิศ ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 เรื่อง และมีความตรงตามเนื้อหาที่ระบุ โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 2) ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัด 57 คือ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.28 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขณะที่ก่อนเรียนด้วยหลักสูตรนี้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่า เกณฑ์ คะแนนจุดตัด 58 คือ 46.6 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.14 ซึ่งต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 3) นักเรียนรู้สึกเป็นด้วยอย่างยิ่งต่อหลักสูตรและกระบวนการใช้หลักสูตรด้วยระดับมาก ที่สุดด้วยค่าเฉลี่ย 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 ตามลำดับ

อาภาภรณ์ อินเสมียน (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระ ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา 2) ศึกษาหลักสูตรบูรณาการ และ 3) ศึกษาผลการใช้หลักสูตรบูรณาการ ดำเนินการวิจัยมี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาธาราสิระบือ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสำรวจปัญหาและความต้องการในการพัฒนาหลักสูตรของครูผู้สอนแบบปลายเปิด โดยเก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม พบว่า ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีความต้องการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันไม่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนและชุมชน ครูไม่เน้นการปฏิบัติจริงในการจัดการเรียนการสอน ขาดสื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่น่าสนใจ มีเนื้อหาที่ยาก และมากเกินไป ครูยึดเนื้อหาในหนังสือแบบเรียน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการค้นคว้าเพิ่มเติม ขาดกระบวนการวัดผลประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง ยึดการทดสอบ โดยเฉพาะการสอบวัดผลระดับชาติมากกว่าการวัดผลประเมินผลตามตัวชี้วัดในหลักสูตร และไม่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์

ระยะที่ 2 การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอน อาจารย์มหาวิทยาลัยและศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบ รวมจำนวน 18 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ หลักสูตรบูรณาการเพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจากการประชุมเชิงปฏิบัติการจัดทำหลักสูตรจากกลุ่มตัวอย่าง และประเมินผลหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า การกำหนดความนำ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ การวัดผลและการประเมินความรู้ ต้องให้เป็นไปตามนโยบายการศึกษาชาติ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และทักษะการคิดวิเคราะห์ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เป็นหลักสูตรบูรณาการภายในกลุ่มสาระ กำหนดสาระการเรียนรู้ และโครงสร้างเวลาเรียนในชั้น ป.4-ชั้น ป.6 ทั้งหมด 8 สาระ 16 หน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 240 ชั่วโมง ใช้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กำหนดคำอธิบายรายวิชาให้นักเรียนได้รับการพัฒนาครอบคลุมมาตรฐานตัวชี้วัด และจุดหมายที่หลักสูตรกำหนดออกแบบหน่วยการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบย้อนกลับ ที่อิงมาตรฐานในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 16 หน่วยการเรียนรู้ ภาพรวมของหลักสูตรบูรณาการมีความเหมาะสมสอดคล้องอยู่ในระดับมากที่สุด

ระยะที่ 3 ผลการใช้หลักสูตรบูรณาการ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนบ้านบรปือ (บรปือราษฎร์ผดุง) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้อง 35 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หลักสูตรบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบหลักสูตร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหลักสูตรบูรณาการ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ t-test (Dependent samples) พบว่า หลักสูตรบูรณาการมีประสิทธิภาพเท่ากับ $87.15/84.29$ สูงกว่าเกณฑ์ $80/80$ ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ มีความแตกต่างกันโดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

มานพ สิงห์วี (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมาย 1) ศึกษาจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และ 3) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนแสงชูทิศ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 39 คน ผลปรากฏว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนเท่ากับ ร้อยละ 72 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ 3) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ โครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ $75/75$ 2) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับ การเรียนรู้โดยแผนกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 3) เพื่อพัฒนาการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้

ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม 4) เพื่อศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 5) เพื่อศึกษาเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 43 คน ซึ่ง ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.93/ 44.55 และ 98.14/ 80.00 ตามลำดับ 2) ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 3) การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และ ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนด้วยกิจกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ 5) นักเรียนมีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 อยู่ในระดับมากและวงรอบปฏิบัติการที่ 2 อยู่ในระดับมากที่สุด

นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการ จัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/ 1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน ซึ่งได้ จากวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความ สามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพัคณภูมิพิทยาคาร อำเภอพัคณภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 102 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบ กลุ่ม (Cluster random sampling) ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชา เคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

Smar (2000) ได้ศึกษาการจัดการสอนแบบบูรณาการศิลปะของโรงเรียนในสหรัฐอเมริกา ด้วยการเก็บข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัดศิลปะบูรณาการเข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ การสังเกต และการตรวจผลงานสิ่งประดิษฐ์ ด้วยวิธีบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบูรณาการแบบเชื่อมโยง ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติมากกว่าการสอนปกติ

Ewers (2002) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการหลักสูตรแบบข้ามวิชา (Cross-disciplinary) ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง ความหนาแน่นและความดัน สำหรับนักเรียนเกรด 9 (อายุเฉลี่ย 15 ปี 4 เดือน) โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตตะวันออกเฉียงใต้ ของสหรัฐอเมริกา โดยการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียนโดยการบูรณาการเนื้อหาระหว่างวิชาฟิสิกส์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ (26 คน) กลุ่มสองเรียนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (22 คน) และจัดวงจรการเรียนรู้ (Learning cycle) เป็น 3 ระยะ คือ ขั้นการสำรวจ (Exploration) ขั้นการประดิษฐ์คิดค้น (Invention) และขั้นการขยายความ (Expansion) หลังจากนั้นจะทำการวัดผลของการเรียนรู้ โดยการเปรียบเทียบการเขียนแผนภูมิโน้ตทัศน์ (Concept mapping) ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1) จำนวนนักเรียน 53 % ของนักเรียนกลุ่มแรกซึ่งเรียนโดยการบูรณาการเนื้อหา ระหว่างวิชาฟิสิกส์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ และ 44 % ของนักเรียนกลุ่มสองซึ่งเรียนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพที่สามารถสร้างแผนภูมิโน้ตทัศน์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นมวล และปริมาตรของของแข็งและของเหลวได้ดีเยี่ยม 2) นักเรียนกลุ่มแรกซึ่งเรียน โดยการบูรณาการเนื้อหา ระหว่างวิชาฟิสิกส์กับวิทยาศาสตร์กายภาพสามารถเขียนแผนภูมิโน้ตทัศน์ ได้สมบูรณ์ และชัดเจนกว่านักเรียนกลุ่มสองซึ่งเรียนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คือ แสดงถึงแนวความคิดที่สามารถจัดกลุ่มความรู้ได้ดีกว่าและสามารถเชื่อมโยงโน้ตทัศน์จากเนื้อหาของทั้งวิชา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และยังสรุปได้ว่า จากขอบข่ายในการสอนที่ผ่านมาและแผนภูมิโน้ตทัศน์ที่สมบูรณ์ สามารถใช้ตรวจสอบและอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่พยากรณ์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้ด้วย

Billings (2002) ได้ศึกษาการนำกระบวนการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integrated) แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) และการจัดการเรียนการสอนแบบยี่ดสาระเป็นแกน ไปใช้ใน ระดับประถมศึกษา พบว่า สามารถช่วยพัฒนาทั้งภาษาศาสตร์ เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ และ

จุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติและมาตรฐานภาษาอังกฤษแห่งชาติ คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของครูในการสอนภาษาซึ่งจะช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์พื้นฐานทั้งในเรื่อง การอ่าน การเขียน และกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นการเตรียม ประสบการณ์ให้กับนักเรียนในการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียน ในขณะที่ศิลปะทางภาษาเป็น เครื่องมือสำหรับการบันทึก และสื่อสารผลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้

Mazyck (2002) ได้ศึกษาผลขององค์ประกอบของสมาชิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกกลุ่ม และเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหลักสูตรบูรณาการ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน ทั้งมาตรฐานการจัดการ ผลการศึกษาพบว่า แต่ละกลุ่มมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ผลคะแนนการคิดคำนวณรายกลุ่มสูงกว่ารายบุคคล นักเรียนอ่อนมีคะแนนสูงขึ้น และผลคะแนนรายกลุ่มของคะแนนทุกคนสูงกว่าผลคะแนนรายบุคคล แต่เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

Hill (2002) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร คณิตศาสตร์บูรณาการกับวิทยาศาสตร์ กับการสอนแยกระหว่างหลักสูตรคณิตศาสตร์กับ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 ใน โรงเรียนเขตเมืองมลรัฐเทกซัส ผลการศึกษา พบว่า 1) นักเรียน ที่เรียนด้วยหลักสูตรคณิตศาสตร์บูรณาการกับวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าทางการเรียนและมีความคล่องแคล่วในทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 2) นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรคณิตศาสตร์ บูรณาการกับวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ มากกว่ามากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียน ทั้งสองกลุ่มมีความวิตกกังวลในการเรียนไม่แตกต่างกัน 4) นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร คณิตศาสตร์บูรณาการกับวิทยาศาสตร์ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่า ของวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วย หลักสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) มีความสัมพันธ์กันระหว่างความคล่องแคล่ว ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Eisenkraft (2003) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำหลักสูตรบูรณาการไปใช้: กรณีศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับ กระบวนการนำหลักสูตรไปใช้รวม 12 ระดับ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงปัจจัย 2 ข้อ ที่เกี่ยวข้องใน การกระตุ้นครูอย่างมีประสิทธิภาพ และการสนับสนุนการนำหลักสูตรไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ คณะผู้ร่วมงานการพัฒนา และการประเมินที่มีประสิทธิภาพ โดยคณะผู้ร่วมงานพัฒนาจะ เป็นผู้ทำให้เกิดประสิทธิภาพทั้งการฝึกกิจกรรมของครู และการประชุมร่วมกันของผู้ร่วมงาน ทั้งหมดในการพิจารณากิจกรรม และตารางการปฏิบัติงานทั้งก่อนและระหว่างกระบวนการใน

การนำหลักสูตร ไปใช้ การประเมินที่มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องมือ ด้วย เหตุผล 2 ประการ คือ เครื่องมือเป็นปัจจัยที่บอกลึ้นยสำคัญในการประเมินหลักสูตรใหม่ และสิ่ง สำคัญเครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพ จะสามารถผลักดันหลักสูตรให้สามารถนำไปใช้ได้จริง

Adamson (2009) ได้ศึกษาผลการใช้หลักสูตรบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์กับ คณิตศาสตร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสำรวจผลกระทบ ของการใช้หลักสูตรบูรณาการวิทยาศาสตร์กับวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับวิชาวิทยาศาสตร์และผลการปฏิบัติงานดีกว่านักเรียนกลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Duran and Sendag (2012) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ โปรแกรม IT/ STEM ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) ในบริบทของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) กลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 47 คน ใช้เวลาในการเก็บ ข้อมูล 18 เดือน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ในครั้งแรกของการเก็บข้อมูล คะแนนเฉลี่ยการคิดอย่าง มีวิจารณญาณอยู่ที่ 15.77 คะแนน และเมื่อสิ้นสุดโปรแกรมข้างต้น คะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมี วิจารณญาณเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นที่ 20.07 คะแนน

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการศึกษาใน หลักสูตรปกติที่ผ่านมายังไม่ตอบสนองต่อสภาพสังคม เศรษฐกิจ และความต้องการที่แท้จริงของ ผู้เรียน โดยเฉพาะในสภาพสังคมในศตวรรษที่ 21 มีความเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ด้านที่เป็นผลจาก การคิดค้นพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการขึ้น เนื่องจาก กระบวนการสอนตามหลักสูตรบูรณาการเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับวัสดุอุปกรณ์ เทคโนโลยีต่าง ๆ การนำเสนอเนื้อหาสาระให้กับผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนและ ผู้สอนดำเนินการร่วมกัน อย่างไรก็ตาม ไม่มีวิธีการสอนเฉพาะที่จัดว่าเป็นวิธีการสอนที่ดีที่สุด สำหรับวิธีบูรณาการ ดังนั้นการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรอาจจะต้องใช้วิธีการสอนที่ หลากหลายประกอบกัน ซึ่งมีทั้งการบูรณาการหลักสูตรแบบข้ามวิชา ด้วยการบูรณาการมาตรฐาน การเรียนรู้ ทักษะ กระบวนการ หรือลักษณะอันพึงประสงค์ที่สอดคล้องเข้าด้วยกัน และการบูรณา การเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ในกลุ่มสาระเดียวกันเพื่อให้เป็นเนื้อหาใหม่ โดยการเชื่อมโยงสัมพันธ์เนื้อหา เข้าเป็นเรื่องเดียวกัน อีกทั้งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มี ความสำคัญมากที่สุดในการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ นอกจากนี้การเลือกและออกแบบ ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดลำดับกิจกรรมหรืองานการเรียน เนื้อหาสาระและการเลือกกลวิธีการสอน จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า ครูผู้ให้นำหลักสูตรบูรณาการ ไปใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนต้องเข้าใจมโนทัศน์ (Concept) ของหลักสูตรอย่างชัดเจน ต้องมี

การเตรียมการสำหรับการทำงานอย่างเพียงพอ และที่สำคัญการดำเนินงานทุกขั้นตอนต้องได้รับการสนับสนุนจากทีมงานผู้บริหารจึงจะสำเร็จได้ ซึ่งหลักสูตรที่สร้างขึ้นอย่างมีคุณภาพมีความสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น เหมาะสมกับผู้เรียน ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทักษะกระบวนการที่ต้องการเน้น รวมทั้งทัศนคติของนักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงได้

สำหรับในประเด็นที่เกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยจะดำเนินการ 4 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้การจัดการความรู้ ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งในแต่ละขั้นตอนหลักมีขั้นตอนการดำเนินการย่อยเพื่อใช้ในการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร 2) เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของสจัด อุทรานันท์เป็นหลัก และนำมาพิจารณา ร่วมกับแนวคิดของนักพัฒนาหลักสูตรท่านอื่น ๆ สรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

ตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

ตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร

การดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

ตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีแนวทางในการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำมาสร้างและพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของหลักสูตร ประเภทของหลักสูตร และการพัฒนาหลักสูตร แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา จุดเริ่มต้นของแนวคิด สะเต็มศึกษา ความสำคัญของสะเต็มศึกษา และสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 15 ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและนำมาใช้จัดทำเอกสารจัดการความรู้

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูลที่นำมาใช้จัดทำเอกสารจัดการความรู้
1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6	1. การจัดทำเอกสารที่ใช้จัดการความรู้ ชุดที่ 1 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลาง 1.2 ตัวชี้วัด 1.3 สาระการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลาง 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ 1.6 แนวทางการจัดกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ 1.7 แนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ ของหลักสูตร ประเภทของหลักสูตร และการพัฒนาหลักสูตร	2. การจัดทำเอกสารที่ใช้จัดการความรู้ ชุดที่ 2 2.1 ความหมายของหลักสูตร 2.2 ความสำคัญของหลักสูตร 2.3 องค์ประกอบของหลักสูตร 2.4 ประเภทของหลักสูตร 2.5 ความหมายของการพัฒนาหลักสูตร 2.6 กระบวนการพัฒนาหลักสูตร
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	3. การจัดทำเอกสารที่ใช้จัดการความรู้ ชุดที่ 3 3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา 3.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา 3.3 ความเป็นมาของแนวคิดสะเต็มศึกษา 3.4 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา 3.5 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ 3.6 การบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	ข้อมูลที่น่ามาใช้จัดทำเอกสารจัดการความรู้
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น	4. การจัดทำเอกสารที่ใช้จัดการความรู้ ชุดที่ 4 4.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ 4.2 หลักจิตวิทยาพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4.3 ความเป็นมาและแนวคิดสำคัญของวัฏจักรการเรียนรู้ 4.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น

ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสถานศึกษายังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชาติและระดับนานาชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ประกอบกับปัญหาและความต้องการของท้องถิ่นที่มีคุณลักษณะเฉพาะทางด้านบริหารจัดการด้านการศึกษา ทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตร ประเภทของหลักสูตร และการพัฒนาหลักสูตร พบว่า หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานควรมีองค์ประกอบได้แก่ สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ส่งเสริมมิตรภาพที่ดีในการเรียน การจัดกิจกรรมเน้นการบูรณาการให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการดำเนินชีวิต

2. การจัดการความรู้

การจัดการความรู้เป็นขั้นตอนการศึกษา รวบรวมความรู้ ซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ในการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยการแลกเปลี่ยนประสบการณ์

ระหว่างกัน เพื่อหาความต้องการ จำเป็น และเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
 สะเต็มศึกษา หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้าง เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน
 การสอน การวัดและประเมินผล รวมทั้งความคิดเห็นอื่น ๆ

2.1 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้

ในการจัดการความรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา
 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นผู้ร่วมจัดการ
 ความรู้ จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา ใช้วิธีการเลือก
 ผู้บริหารที่มีผลงานดีเด่นในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน, ศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบกลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน, หัวหน้าฝ่ายการศึกษาเขต จำนวน 1 คน และครูผู้สอนกลุ่ม
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย) จำนวน 10 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการความรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการความรู้ คือ เทปบันทึก แบบบันทึกการจัดการความรู้
 กล้องถ่ายภาพ โดยกำหนดประเด็นการจัดการความรู้ ดังนี้ ปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีอะไรบ้าง แนวทางการแก้ไข ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา
 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ควรมีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการ จุดมุ่งหมาย
 โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรม
 การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และข้อเสนอแนะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนออกแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 3 ขั้นตอน 1) การเตรียมการ
 2) การสร้างความรู้ เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย) และ 3) การสกัดความรู้ คือ การสรุป
 มวลความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความรู้

2.3.1 การเตรียมการ ทีมงาน 3 คน ประกอบไปด้วย 1) นายศิริวิทย์ ปันแปง
 ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์ถ่ายภาพและบันทึกเสียง 2) นางสาวอัมรินทร์ พ่วงแพ ทำหน้าที่จัดบันทึก
 จับประเด็น และ 3) ผู้วิจัยทำหน้าที่เดินเรื่อง พูดคุยตามประเด็นที่ต้องการศึกษา เตรียมกรอบเนื้อหา
 ประเด็นศึกษาเนื้อหา เตรียมกรอบแนวทางขั้นตอนการศึกษาและกรอบคำถาม เตรียมประเด็นพูดคุย
 เตรียมบุคคล/ กลุ่มเป้าหมายที่จะพูดคุยติดต่อประสานงานกับ โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ
 กรุงเทพมหานคร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย
 การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 15 คน เพื่อนัดหมายกำหนด วัน เวลา
 สถานที่ในการจัดการความรู้ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

2.3.2 การสร้างความรู้ การดำเนินกิจกรรมเริ่มต้นด้วยการแนะนำตัว การทำความรู้จักกับผู้ร่วมจัดการความรู้ทุกท่าน ผู้วิจัยสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ เป็นกันเอง เพื่อเอื้อต่อการจัดการความรู้ที่ดี ผู้วิจัยแนะนำวัตถุประสงค์ของการจัดการความรู้และซักถามข้อมูลตามหัวข้อการศึกษา ให้ผู้ร่วมจัดการความรู้เล่าประสบการณ์จากวิธีการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและละเอียดที่สุดให้ได้ข้อมูลครบถ้วนทุกประเด็น ได้แก่ ปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการจัดทำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีสาระเกี่ยวกับหลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยตลอดระยะเวลาการสนทนามีการบันทึกเทป และจดบันทึกคำสนทนาควบคู่กันไป

2.3.3 การสกัดความรู้ผู้วิจัยและผู้ร่วมจัดการความรู้ (ดังรายชื่อในข้อ 2.3.1) ร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์ สรุปความรู้ที่ได้จากการจัดการความรู้ตามประเด็นที่กำหนด

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการจัดการความรู้มาวิเคราะห์ โดยสร้างข้อสรุปการวิเคราะห์ เนื้อหาตามประเด็นที่ตั้งคำถามไว้ เพื่อนำไปพัฒนาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

2.4.1 ปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ผู้เข้าร่วมจัดการความรู้ทั้งหมดมีความเห็นตรงกันว่าปัญหาที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่ำเกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูที่ไม่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เน้นการบรรยาย มุ่งสอนแต่เนื้อหาความรู้อย่างเดียว ไม่มุ่งสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังไปพร้อม ๆ กัน ขาดสื่อการสอน ไม่ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเชื่อมโยงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ครูขาดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาอื่น ๆ ได้แก่ ความไม่แน่นอนของหลักสูตร โดยเฉพาะหลักสูตรตามนโยบายเร่งด่วนของต้นสังกัดที่ส่งผลกระทบต่อเวลาเรียน ปัญหาเกี่ยวห้องเรียน ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

2.4.2 สาเหตุปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้เข้าร่วมจัดการความรู้ได้ร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ด้านผู้บริหาร การติดตามงานด้านวิชาการยังไม่เต็มที่ ไม่มีการนิเทศติดตามอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง แนวทางพัฒนางานด้านวิชาการไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการจัดวางแผนงานตามนโยบาย การจัดกำลังคนไม่เหมาะสมกับภาระงานที่มอบหมาย การเสริมสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานน้อย 2) ด้านครู ครูผู้สอนขาดแนวทางในการนำหลักการสอนที่เสริมสร้างการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การรู้จักแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ความสัมพันธ์ ความเข้าถึงความต้องการของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ขาดการศึกษาแนวทางทักษะการแก้ปัญหา การควบคุมและจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีความน่าสนใจและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน 3) ด้านนักเรียน ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมไม่ส่งเสริมให้นักเรียนรักการเรียนรู้ เช่น สภาพปัญหาครอบครัวแตกแยก ขาดความอบอุ่น ศักยภาพความพร้อมในการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น 4) ด้านผู้ปกครอง ขาดการสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียนรักการเรียนรู้ ขาดความสนใจในการติดตามดูแลเพื่อพัฒนาความรู้ให้กับเด็ก เช่น การติดตามภาระงานของนักเรียน การช่วยสอนเสริมของผู้ปกครอง การเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขาดการดูแลเอาใจใส่ ไม่ส่งเสริมเรื่องการเรียนรู้ ไม่มีเวลาให้กับนักเรียน

2.4.3 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนาอย่างเร่งด่วน

ผู้เข้าร่วมจัดการความรู้ทั้งหมดมีความเห็นตรงกันว่าพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องมุ่งเน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนแต่ละส่วนมาเชื่อมโยง สัมพันธ์กันในรูปแบบการบูรณาการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน กระบวนการวัดผลและประเมินผลต้องประเมินตามสภาพจริง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4.4 ความสำคัญและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์

พื้นฐาน

ผู้เข้าร่วมจัดการความรู้ทั้งหมดมีความเห็นตรงกันว่าพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยพัฒนานักเรียนไปสู่คุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.4.5 องค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่าหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ควรประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

2.4.6 ลักษณะของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่าหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง เป็นหลักสูตรที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การบูรณาการข้ามสาระวิชา นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

2.4.7 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่าจุดมุ่งหมายของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ต้องให้นักเรียนสามารถทดลองและอธิบาย โดยผ่านประสบการณ์ตรงอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงมวลความรู้ และประสบการณ์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถสร้างชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงาน มีกระบวนการคิดแบบบูรณาการที่ชัดเจนคือแนวคิดสะเต็มศึกษา นำเสนอชิ้นงานโดยใช้กระบวนการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ความสำคัญกับความพึงพอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

2.4.8 ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นตรงกันว่า ควรใช้ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ให้ตรงตามเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนด เพื่อลดผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ 14-16 ชั่วโมง ในส่วนของกิจกรรมการสร้างชิ้นงาน สามารถปฏิบัตินอกเวลาเรียนได้

2.4.9 เนื้อหาของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่าเนื้อหาของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่ควรพัฒนาคือ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาเหตุเพราะคะแนนจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ต่ำกว่าระดับจังหวัดและระดับประเทศ อีกทั้งบริบทของสารดังกล่าวสามารถพัฒนาทักษะ และการบูรณาการได้ชัดเจนที่สุด โดยเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และ กรดนิวคลีอิก

นอกจากนี้ผู้ร่วมจัดการความรู้ยังมีความเห็นว่า เนื้อหาในบางหัวข้อสามารถที่จะผนวกรวมเป็นหน่วยการเรียนรู้เดียวกันได้ คือ โพรตีนและกรดนิวคลีอิก

2.4.10 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่า การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควรใช้รูปแบบที่หลากหลายและเน้นการปฏิบัติจริง นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากแนวทางการจัดกิจกรรมที่กล่าวมา ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความคิดเห็นในแนวทางเดียวกันว่าควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา และกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรควรใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยดำเนินการสอนตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกเป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำผลการทดลองที่บันทึกไว้ที่เพียงพอแล้วมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และการนำเสนอผลด้วยการอธิบาย (สื่อสาร) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ หรือให้ครูผู้สอนได้รับฟัง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ในเรื่องที่เราสำรวจตรวจสอบหรือทดลองไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เราเรียนรู้มาแล้ว หรือนำไปขยายความรู้ด้วยการสืบค้นเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือ ตำรา อินเทอร์เน็ต หรือนำไปสร้างเป็นผลงานชิ้นงานหรือโครงการ 1) สรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) 2) กิจกรรมสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

2.4.11 สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผู้ร่วมจัดการความรู้ทุกคนมีความเห็นว่าควรใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา และควรใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน

2.4.12 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

ผู้ร่วมจัดการความรู้ทุกคนมีความเห็นว่าควรมีการประเมินผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และในระหว่างการจัดการเรียนรู้ควรมีการสังเกตพฤติกรรม เพื่อให้ได้ข้อมูลจริง มีการประเมินผลตามสภาพจริง โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินด้านความรู้ ความจำ ควรตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ ส่วนด้านทักษะกระบวนการหรือด้าน เจตคติอาจตั้งเกณฑ์ให้ต่ำได้เล็กน้อย โดยการวัดและประเมินผลควรมีดังนี้

1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
2. วัดความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. ประเมินความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

สรุปได้ว่า ผู้ร่วมจัดการความรู้มีความเห็นว่า การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยพัฒนานักเรียนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานควรประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ลักษณะของหลักสูตรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง เป็นหลักสูตรที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การบูรณาการข้ามสาระวิชา โดยให้นำแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการบูรณาการรวมถึงการการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และมีการประเมินผลตามสภาพจริง

ตารางที่ 16 ข้อมูลที่ได้จากการจัดการความรู้และนำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชา
วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ข้อมูลที่จัดการความรู้	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา
<p>1. ปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน</p> <p>1.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูที่ไม่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญ</p> <p>1.2 เน้นการบรรยาย มุ่งสอนแต่เนื้อหาความรู้อย่างเดียว ไม่มุ่งสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่าง จริงจังไปพร้อม ๆ กัน</p> <p>1.3 ขาดสื่อการสอน</p> <p>1.4 ครูขาดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p> <p>1.5 ความไม่แน่นอนของหลักสูตร</p> <p>1.6 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อจำนวน นักเรียน</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “สภาพปัญหาและความจำเป็น”</p>
<p>2. สาเหตุปัญหาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์</p> <p>2.1 ด้านผู้บริหาร การติดตามงานด้านวิชาการยังไม่เต็มที่</p> <p>2.2 ด้านครู ครูผู้สอนขาดแนวทางในการนำหลักการสอน ที่เสริมสร้างการพัฒนาการคิดวิเคราะห์</p> <p>2.3 ด้านนักเรียน ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมไม่ส่งเสริมให้ นักเรียนรักการเรียนรู้</p> <p>2.4 ด้านผู้ปกครอง ขาดการสนับสนุนส่งเสริมให้นักเรียน รักการเรียนรู้ ขาดความสนใจในการติดตามดูแลเพื่อ พัฒนาความรู้ให้กับเด็ก</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “สภาพปัญหาและความจำเป็น”</p>

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อมูลที่จัดการความรู้	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา
3. หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องพัฒนาอย่างเร่งด่วน 3.1 จะต้องมุ่งเน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ 3.2 การเรียนแต่ละส่วนมาเชื่อมโยง สัมพันธ์กันใน รูปแบบการบูรณาการ 3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียน มีความสามารถในการเรียนรู้ 3.4 ฝึกทักษะกระบวนการคิด 3.5 ฝึกปฏิบัติจริงด้วยกระบวนการกลุ่ม 3.6 นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ 3.7 มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเอง 3.8 เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน 3.9 กระบวนการวัดผลและประเมินผลต้องประเมินตาม สภาพจริง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “หลักการของหลักสูตร” “จุดมุ่งหมายของหลักสูตร”
4. ความสำคัญและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4.1 การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มี ความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยพัฒนานักเรียน ไปสู่คุณลักษณะที่พึงประสงค์	นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “หลักการของหลักสูตร” “จุดมุ่งหมายของหลักสูตร”
5. องค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5.1 สภาพปัญหาและความจำเป็น 5.2 หลักการของหลักสูตร 5.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 5.4 โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน 5.5 ตัวชี้วัด 5.6 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5.7 สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5.8 การวัดและประเมินผล	นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “องค์ประกอบของหลักสูตร”

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อมูลที่จัดการความรู้	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา
<p>6. ลักษณะของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน</p> <p>6.1 ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้</p> <p>6.2 ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง</p> <p>6.3 เน้นการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การบูรณาการ ข้ามสาระวิชา</p> <p>6.4 นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเน้นนักเรียน เป็นสำคัญ</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “หลักการของหลักสูตร” “จุดมุ่งหมายของหลักสูตร” “กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”</p>
<p>7. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน</p> <p>7.1 นักเรียนสามารถทดลองและอธิบาย โดยผ่าน ประสบการณ์ตรงอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ</p> <p>7.2 เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์</p> <p>7.3 เชื่อมโยงมวลความรู้ และประสบการณ์นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน</p> <p>7.4 สร้างชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็น ผู้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง</p> <p>7.4 มีกระบวนการคิดแบบบูรณาการที่ชัดเจนคือแนวคิด สะเต็มศึกษา</p> <p>7.5 นำเสนอชิ้นงาน โดยใช้กระบวนการคิด และ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์</p> <p>7.6 ให้ความสำคัญกับความพึงพอใจในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียน</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “จุดมุ่งหมายของหลักสูตร” “กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้” “ตัวชี้วัด”</p>
<p>8. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้</p> <p>8.1 ควรใช้ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ให้ตรงตามเนื้อหาที่ หลักสูตรกำหนด ประมาณ 14-16 ชั่วโมง</p> <p>8.2 กิจกรรมการสร้างชิ้นงาน สามารถปฏิบัตินอกเวลา เรียนได้</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน” “กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”</p>

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อมูลที่จัดการความรู้	ข้อมูลที่น่าสนใจในการสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา
<p>9. เนื้อหาของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน</p> <p>9.1 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ควรพัฒนาคือ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาเหตุเพราะ คะแนนจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ พื้นฐาน (O-NET) ต่ำกว่าระดับจังหวัดและ ระดับประเทศ</p> <p>9.2 สาระที่ 3 สามารถพัฒนาทักษะ และการบูรณาการได้ ชัดเจนที่สุดโดยเฉพาะหน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ลิพิด และ กรดนิวคลีอิก</p> <p>9.3 เนื้อหาในบางหัวข้อสามารถที่จะผนวกรวมเป็นหน่วย การเรียนรู้เดียวกันได้ คือ โปรตีนและกรดนิวคลีอิก</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน” “ตัวชี้วัด” “กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”</p>
<p>10. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้</p> <p>10.1 การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ควรใช้รูปแบบที่ หลากหลายและเน้นการปฏิบัติจริง</p> <p>10.2 ควรนำรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดย ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา</p> <p>10.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรควรใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้</p> <p>ดำเนินการสอนตามขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)</p>	<p>นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้” “สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”</p>

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อมูลที่จัดการความรู้	ข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา
ชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) 1. สรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด 2. กิจกรรมสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล (Evaluation)	
11. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ 11.1 ควรใช้สื่อที่หลากหลายเพื่อดึงดูดความสนใจของ นักเรียน	นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้”
12. การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ 12.1 มีการประเมินผลตามสภาพจริง 12.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินด้านความรู้ ความจำ ควร ตั้งเกณฑ์ให้สูงไว้ ส่วนด้านทักษะกระบวนการ หรือ ด้านเจตคติอาจตั้งเกณฑ์ให้ต่ำได้เล็กน้อย 12.3 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้ 12.4 วัดความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา 12.5 ประเมินความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้ หลักสูตร	นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนหลักสูตรในหัวข้อ “การวัดและประเมินผล”

ตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากชั้นที่ 1 มาสร้างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิดสะเต็มศึกษา การดำเนินงานในขั้นนี้เป็นการสร้างหลักสูตรให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ในขั้นแรก โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน คือ การกำหนดโครงสร้างหลักสูตร การประเมินโครงสร้างหลักสูตร และการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร มีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดโครงสร้างหลักสูตร

ในส่วนนี้ เป็นการกำหนดรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 เขียนสภาพปัญหาและความจำเป็นในการสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กำหนดขึ้น โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, องค์ประกอบของหลักสูตร, การพัฒนาหลักสูตร, รายวิชาพื้นฐาน และการสกัดความรู้จากกระบวนการจัดการความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย)

1.2 กำหนดหลักการของหลักสูตร โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความจำเป็นว่าเมื่อดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์แล้วจะสามารถแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศได้

1.3 กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยพิจารณาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรแล้วนำมากำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและหลักการของหลักสูตรว่าเมื่อดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแล้วจะสามารถบรรลุเป้าหมายของหลักสูตร

1.4 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ 5 ส่วนดังนี้

1.4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วย โดยกำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร หรือเป็นเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ทุกหน่วยแล้ว ย่อมส่งผลให้การจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ได้กำหนดไว้

1.4.2 เนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กำหนดไว้โดยยึดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยเป็นขอบเขต และดำเนินการจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาวิชา รวมถึงการรวมเนื้อหาเพื่อความกระชับต่อเวลา และสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับเนื้อหา ประกอบกับพิจารณาความพร้อมและพื้นฐานของนักเรียน การจัดกิจกรรมมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนเป็นสำคัญโดยคำนึงถึงธรรมชาติ ความต้องการ และความแตกต่างของนักเรียน โดยรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในการบูรณาการความรู้ และขึ้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในหลักสูตรใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยดำเนินการสอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ มีกิจกรรมบูรณาการย่อยในขั้นตอนนี้คือ 1) สรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) และ 2) กิจกรรมสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

1.4.4 สื่อการจัดการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.5 การวัดและประเมินผลของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย การวัดและประเมินผล ดังนี้

1.4.5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาจากผลการประเมินก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังจัดการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กำหนดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

1.4.5.2 การประเมินความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อวัดคุณลักษณะการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการวิเคราะห์งาน การวางแผน การบูรณาการความรู้ การเลือกวัสดุ การทำชิ้นงาน ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน คุณค่าและประโยชน์ของชิ้นงาน ความคิดสร้างสรรค์ การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนการทำงานกลุ่ม กำหนดระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75

2. การประเมินโครงร่างหลักสูตร

การประเมินโครงร่างหลักสูตรนี้เป็นการประเมินหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้ เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและทำการแก้ไขปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของการประเมิน

การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหลักสูตร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ในโครงสร้างหลักสูตร

2.2 กำหนดผู้ประเมินโครงสร้างหลักสูตร

ผู้ทำหน้าที่ประเมินโครงสร้างหลักสูตรประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตร ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 182) ผู้เชี่ยวชาญชุดนี้ได้ทำการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงสร้างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์จากแบบประเมินและข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคำตอบของผู้ประเมินโครงสร้างหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละท่านมาให้อ่านน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

การแปลความหมายค่าเฉลี่ย น้ำหนักคะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

พิจารณาเกณฑ์การตัดสินการกำหนดค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือ ถ้าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ประเมินโครงสร้างหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จึงยอมรับว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสมในขั้นต้น แสดงว่าใช้ได้ ผลที่ได้คือ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาพรวม $\bar{X} = 4.53$ และ $SD = .63$) โดยค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านหลักการ ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .62$), จุดมุ่งหมาย ($\bar{X} = 4.70$ $SD = .49$), โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน ($\bar{X} = 4.20$ $SD = .83$), ตัวชี้วัด ($\bar{X} = 4.60$ $SD = .54$), กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .61$), สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.45$ $SD = .72$) และการวัดและประเมินผลเท่ากับ ($\bar{X} = 4.45$ $SD = .72$) ตามลำดับ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3. การปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร มีรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมิน โครงสร้างหลักสูตรและแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมทุกองค์ประกอบและผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรฉบับร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้ ดังนี้

3.1 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ปรับปรุงด้านเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปรับปรุงด้านภาษาในแต่ละเรื่องให้เข้าใจง่าย เพื่อสะดวกในการนำไปใช้

3.2 การวัดผลและประเมินผล ปรับเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลให้เรียงสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร นำแบบวัดและประเมินผลมาใส่ในหลังหน่วยการจัดการเรียนรู้

3.3 เรื่องที่ 1 ปรับกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีความสอดคล้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และปรับเรื่องเวลาในการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริงและทันเวลา

3.4 เรื่องที่ 2 ปรับกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้มีความสอดคล้องตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยให้นักเรียนได้ออกแบบและลงมือปฏิบัติจริงในชั้นเรียน และนำเนื้อหาเรื่องกรคนิวคลีอิกมารวมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อความเหมาะสมของเวลา

3.5 เรื่องที่ 3 ปรับกิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงานให้สามารถปฏิบัติได้ทันเวลา และกิจกรรม และปรับกิจกรรม ตกผลึกความคิด “STEM เสริมปัญญา พัฒนาคลองบางมด” ให้มีความหลากหลาย ไม่จำกัดการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

การดำเนินงานในขั้นนี้ เป็นการนำหลักสูตรที่ได้จากการประเมินและปรับปรุงร่างหลักสูตรแล้วไปทดลองภาคสนาม โดยนำไปทดลองปฏิบัติจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองใช้หลักสูตรนำร่องและการทดลองใช้หลักสูตร มีรายละเอียดดังนี้

1. การทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 วัตถุประสงค์ของการนำรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานไปทดลองใช้นำร่อง

เพื่อนำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ไปทดลองศึกษานำร่อง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร ตลอดจนศึกษาปัญหาและอุปสรรคระหว่างการใช้หลักสูตร

1.2 กลุ่มนักเรียนที่ทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง

กลุ่มนักเรียนที่ทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง คือ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง ประกอบด้วย

1.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

1.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.3.4 แบบประเมินความพึงพอใจ

1.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในหลักสูตรนำร่อง

1.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.4.1.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

1.4.1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน เวลา 14 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย 1) ชื่อเรื่อง 2) เวลา 3) มาตรฐานการเรียนรู้ 4) ตัวชี้วัด 5) จุดประสงค์การเรียนรู้

6) สารระสำคัญ 7) สารระการเรียนรู้ 8) กิจกรรม/ กระบวนการจัดการเรียนรู้ 9) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 10) การวัดและประเมินผล

1.4.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ ระยะเวลา เหมาะสมเพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

1.4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์การประเมินพิจารณาเช่นเดียวกับตอนที่ 2 ข้อ 2.2

พิจารณาเกณฑ์การตัดสินการกำหนดค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมคือ ถ้าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ประเมิน โครงร่างหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป จึงยอมรับว่าโครงร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมในขั้นต้น แสดงว่าใช้ได้ ผลที่ได้คือ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก (ภาพรวม $\bar{X} = 4.12$ และ $SD = .67$) โดยค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.60$ $SD = .54$), ตัวชี้วัด ($\bar{X} = 4.20$ $SD = .83$), จุดประสงค์การเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.45$ $SD = .72$), สารระสำคัญ ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .61$), สารการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.53$ $SD = .63$), กิจกรรม/ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.51$ $SD = .64$), ภาระงาน/ ชิ้นงาน ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .62$), สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .62$), การวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.56$ $SD = .61$) และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เท่ากับ ($\bar{X} = 4.45$ $SD = .72$) ตามลำดับ

1.4.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน

1.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1.4.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผล

1.4.2.2 ศึกษาเนื้อหาและจุดมุ่งหมายในหลักสูตร เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหา

1.4.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 รายละเอียดเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องที่	เนื้อหา	จำนวนข้อ	ใช้จริง
1	ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต		
	- โมโนแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว)	9	6
	- ไดแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลคู่)	9	6
	- พอลิแซ็กคาไรด์	10	5
	รวม	28	17
2	โปรตีนและกรดนิวคลีอิก		
	- องค์ประกอบและโครงสร้าง	5	4
	- ปฏิกริยาบางชนิด	5	3
	- ประโยชน์	6	4
	- คอเลสเตอรอล	5	3
	- นิวคลีอิก	5	3
	รวม	26	17
3	อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข		
	- องค์ประกอบและโครงสร้าง	13	8
	- ลิปิดในร่างกาย	13	8
	รวม	26	16
	รวม	80	50

1.4.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา ปรับข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ปรับปรุงแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบในลักษณะในด้านการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องและความถูกต้องทางด้านภาษา แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .20-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ซึ่งคัดเลือกข้อที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ .60 แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (x) คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .28 -.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .22-.67 ได้จำนวน 50 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

1.4.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .94

1.4.2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจริง

1.4.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะแบบมาตราประเมินค่ารูบริกส์ (Rubrics) ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.4.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของการประเมินค่าเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.4.3.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินสภาพจริง การประเมินชิ้นงานเพื่อกำหนดรูปแบบของการประเมิน โครงสร้างของข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนน

1.4.3.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบมาตราประเมินค่ารูบริกส์ (Rubrics) โดยประยุกต์จากงานวิจัยและบูรณาการเพื่อวัดคุณลักษณะการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยกำหนดกรอบในการพัฒนางานออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินเป็นระดับคุณภาพ 5 ระดับ คือ 4 3 2 1 และ 0 (รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนในภาคผนวก ข) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยรายการประเมิน 10 ข้อ คือ

- 1) การวิเคราะห์งาน
- 2) การวางแผน
- 3) การบูรณาการความรู้
- 4) การเลือกวัสดุ
- 5) การทำชิ้นงาน
- 6) ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน
- 7) คุณค่าและประโยชน์ของชิ้นงาน
- 8) ความคิดสร้างสรรค์
- 9) การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์ และ
- 10) การทำงานกลุ่ม

1.4.3.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของ เนื้อหา ปรับข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องกับเกณฑ์ การประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและความถูกต้องทางด้านภาษา โดยใช้ดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

1.4.3.6 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจริง

1.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตร รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดย ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.4.4.1 ศึกษาเทคนิคการสร้างแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2543) และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างและพัฒนา แบบ ประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า

1.4.4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อ หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการ การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร แบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามเนื้อหาวิชา แต่ละส่วนประกอบด้วยรายการประเมิน จำนวน 8 ข้อ กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับคุณภาพของความพึงพอใจ ด้วยการให้คะแนนโดยใช้ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท์ (Likert) ซึ่งให้คะแนน 5 ระดับ โดย กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2543)

พึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 มีความพึงพอใจมาก

ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 มีความพึงพอใจน้อย

ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

1.4.4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา ปรับข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ปรับปรุงแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องทางด้านภาษา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) โดยประเมินค่า IOC ของแบบประเมินและหาคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามแบบประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงความพึงพอใจ

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามแบบประเมินมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงความพึงพอใจ

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามแบบประเมินไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่แสดงความพึงพอใจ

พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80 -1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

1.4.4.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจริง

1.5 การดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง

ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเหมือนกับการทดลองใช้หลักสูตรจริง โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง ประกอบด้วย การปฐมนิเทศ การชี้แจงวัตถุประสงค์ของหลักสูตร การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความพึงพอใจ ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้แบ่งหน่วยการเรียนรู้เป็น 3 เรื่อง ในแต่ละเรื่องจะมีการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้หลักสูตรนำร่องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง

- 1.6.1 การหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.6.2 การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 1.6.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)
- 1.6.4 การหาค่าความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและความถูกต้องทางด้านภาษา
- 1.6.5 การหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องทางด้านภาษา
- 1.6.6 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล

1.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.7.1 สถิติความตรงเชิงเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และกำหนดคะแนนตามความคิดเห็นในการพิจารณาดังนี้

ข้อใดมีความเห็นว่า สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	1
ข้อใดมีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น	0
ข้อใดมีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	-1

หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณา
คำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.7.2 ค่าความยากง่ายและหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า .20 ขึ้นไป
โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

หาค่าความยากง่าย เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ จากสูตร

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ค่าความยากง่ายที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง .20-.80 ถ้ามีค่าใกล้ 0 จะมีความยาก
มีค่าใกล้ 1 จะมีความง่าย

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ
จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก ที่ยอมรับได้มีค่า .20 ขึ้นไป แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกมีค่ามากจะมีความเหมาะสมและดี

1.7.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[\frac{1 - \sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ

$$= \frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1-p$

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2. การทดลองใช้หลักสูตร

เป็นการนำหลักสูตรไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหลวงสำนักงานเขตทุ่งครุ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อนำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและศึกษาผลที่เกิดขึ้น

2.2 แบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้หลักสูตรครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย One group pretest-posttest design ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

O_1	X	O_2
-------	---	-------

O_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

X แทน การได้รับการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

2.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.3.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 1 จำนวนนักเรียน 42 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 2 จำนวนนักเรียน 30 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 3 จำนวนนักเรียน 29 คน

2.3.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากร ในข้อ 3.2.3.1 เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร โดยมีวิธีการคัดเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.3.2.1 ผู้วิจัยได้ทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาเคมีของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง จำนวน 30 ข้อ

2.3.2.2 นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) พบว่า ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 1 ($\bar{X} = 19.67$ SD = 4.23) ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 2 ($\bar{X} = 18.87$ SD = 3.88) และห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 3 ($\bar{X} = 18.90$ SD = 4.51)

3.2.3.2.3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความรู้พื้นฐานวิชาเคมีของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.2.3.2.4 ผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 1-4/ 3 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนห้องมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 1 จำนวน 42 คน

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ประกอบด้วย

2.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ได้แก้ไขจากการทดลองนำร่องและปรับปรุงแก้ไขดังนี้

2.4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

- กิจกรรม ชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน ตอน แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว ปรับปรุงกิจกรรมในขั้นตอนการทำแป้งโดว์ โดยครูเตรียมผสมแป้งโดว์เปล่าไว้ล่วงหน้า เพื่อลดเวลาการทำกิจกรรม

- ขยายความรู้ (Elaboration) ปรับชื่อกิจกรรมจาก “โต๊ะอาหารพูดได้” เป็น “เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร”

2.4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

- ขยายความรู้ (Elaboration) ปรับกิจกรรมจาก “เต้าหู้นมสด สูตรเด็ด!” ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในชั้นเรียน

- ประเมิน (Evaluation) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน และร่วมกันสร้างแผนภูมิรูปภาพ/ หรือแผนภูมิแท่ง จากผลการประเมิน

2.4.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

- กิจกรรม ชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน ปรับกิจกรรมจาก ใช้กระดาษทอไข่ เป็นใช้ใบตองทอไข่

- ขยายความรู้ (Elaboration) กิจกรรม “อย่าให้ไขมันลอยนวล” ปรับการทำบ่อคักไขมัน เป็นบ่อคักไขมันอย่างง่าย

2.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามที่คุณวิจัยสร้างขึ้นที่ได้แก้ไขจากการทดลองนำร่องและปรับปรุงแก้ไขดังนี้

2.4.2.1 การเรียงข้อความให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

2.4.2.2 การเน้นความหนาของอักษร เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

2.4.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจตามที่คุณวิจัยสร้างขึ้นที่ได้แก้ไขจากการทดลองนำร่องและปรับปรุงแก้ไขดังนี้

2.4.4.1 เพิ่มชื่อกิจกรรมในข้อความเพื่อให้เกิดความชัดเจนของแบบประเมิน

2.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5.1 ขอนหนังสือจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความอนุเคราะห์และความสะดวกในการใช้หลักสูตรและการเก็บข้อมูล

2.5.2 เตรียมการก่อนการใช้หลักสูตรในการประสานงานกับโรงเรียนนาหลวง เพื่อแจ้งและประสานงานสถานที่ในการใช้หลักสูตร กำหนดระยะเวลาการใช้หลักสูตร

2.5.3 เตรียมการด้านเอกสารหลักสูตรให้พร้อมที่จะใช้ทำการทดลองหลักสูตร ได้แก่ เอกสารการจัดการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน เอกสารสำหรับนักเรียน สื่อประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.5.4 เก็บข้อมูลก่อนทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยให้นักเรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

2.5.5 จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ทั้งหมด 14 ชั่วโมง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน การตอบคำถาม การปฏิบัติกิจกรรมการสร้างชิ้นงาน ขณะดำเนินกิจกรรมในแต่ละแผน ครูสังเกตและประเมินความสามารถในการสร้างชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.5.6 หลังการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสิ้นสุดตามระยะเวลาที่กำหนด ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

2.5.7 ตรวจสอบผลการทดสอบหลังดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร ผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติ

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.6.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.6.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.6.3 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.6.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.4.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการหาค่า t-test (Dependent sample)

2.6.4.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการหาค่า t-test (One sample)

2.6.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการหาค่า t-test ด้วยการหาค่า t-test (One sample)

2.6.6 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.7.1 สถิติพื้นฐาน

2.7.1.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป

2.7.1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คำนวณจาก โปรแกรมสำเร็จรูป

2.7.2 สถิติทดสอบสมมติฐานใช้การทดสอบค่าที่ t-test

2.7.2.1 การทดสอบค่าที่ t-test (Dependent sample) คำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป

2.7.2.2 การทดสอบค่า t-test (One sample) จำนวนจากโปรแกรมสำเร็จรูป

ตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร

ผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การประเมินก่อนการใช้หลักสูตร ระยะที่ 2 การประเมินระหว่างการใช้หลักสูตร และระยะที่ 3 การประเมินหลังการใช้หลักสูตร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินก่อนการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้ค่าดังนี้

1.1.1 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาพรวม = 4.53 และ SD = .63)

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก (ภาพรวม = 4.12 และ SD = .67)

1.1.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80-1.00

1.1.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80 -1.00

2. การประเมินระหว่างการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 การทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง พบว่า

2.1.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เลือกอยู่ระหว่าง .28 -.78 และค่าอำนาจจำแนกที่เลือกอยู่ระหว่าง .22-.67

2.1.2 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00

2.1.3 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00

2.2 การทดลองใช้หลักสูตร โดยการศึกษาข้อมูล ดังนี้

2.2.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

2.2.2 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. การประเมินหลังการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนด

3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนด

3.4 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความพึงพอใจต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้

หลังจากที่ได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้ และประเมินผลการใช้หลักสูตรแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ดังกล่าวตลอดทั้งข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและข้อคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาปรับปรุงแก้ไขให้เป็นหลักสูตรที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

2. ผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้น

ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 18 ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ผลการพัฒนาหลักสูตร รายวิชาวิทยาศาสตร์	ที่มาของหลักสูตรและ ค่าประสิทธิภาพของหลักสูตร
1. หลักสูตร	1. ผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการจัดการความรู้
1.1 ชื่อหลักสูตร	
1.2 สภาพปัญหาและความจำเป็น	1.1 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฯ
1.3 หลักการของหลักสูตร	1.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของ หลักสูตร ประเภทของหลักสูตรและ การพัฒนาหลักสูตร
1.4 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
1.5 โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน	1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
1.6 ตัวชี้วัด	
1.7 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2. ผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องและการจัดการความรู้
1.8 สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	2.1 เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฯ
1.9 การวัดและประเมินผล	2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
2. เอกสารประกอบหลักสูตร	2.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล จำนวน 3 แผน คือ แผนที่ 1 เรื่อง ความมหัศจรรย์ของ คาร์โบไฮเดรต แผนที่ 2 เรื่อง โปรตีนและกรด นิวคลีอิก และ แผนที่ 3 เรื่อง อยู่กับลิปิดให้ชีวิต มีความสุข แต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้	
2.1 มาตรฐานการเรียนรู้	
2.2 ตัวชี้วัด	
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้	
2.4 สาระสำคัญ	
2.5 สาระการเรียนรู้	
2.6 กิจกรรม/ กระบวนการจัดการเรียนรู้	
2.7 สื่อและแหล่งเรียนรู้	

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ผลการพัฒนาหลักสูตร รายวิชาวิทยาศาสตร์	ที่มาของหลักสูตรและ ค่าประสิทธิภาพของหลักสูตร
2.8 การวัดและประเมินผล	
3. การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ	3. ค่าประสิทธิภาพของหลักสูตร
3.1 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฯ	3.1 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาพรวม = 4.53 และ SD = .63)
3.2 แผนการจัดการเรียนรู้	
3.3 แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา	3.2 มีความเหมาะสมในระดับมาก (ภาพรวม = 4.12 และ SD = .67)
3.4 แบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของ นักเรียน	3.3 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80-1.00 3.4 มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ .80 -1.00
4. การทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง	4. ผลการทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง
	4.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เลือกอยู่ระหว่าง .28 -.78 และค่าอำนาจจำแนกที่เลือกอยู่ ระหว่าง .22-.67
	4.2 ความเที่ยงตรงของแบบประเมิน ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าดัชนีความ สอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00
	4.3 ความเที่ยงตรงของแบบประเมิน ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00

**ผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดย
ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้น**

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดย
ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไป
ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/ 1 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขต
ทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2560 จำนวน 42 คน ระหว่างวันที่ 12-30 มิถุนายน 2560 ผู้วิจัย
นำเสนอผลการศึกษาดำเนินการทดลอง คือ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้
สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนด
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดย
ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับ
เกณฑ์ที่กำหนด และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย
การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการประเมินคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการ
การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัด
กรุงเทพมหานคร ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ตัวแปร	คะแนน	n	\bar{X}	SD	df	t	p
คะแนน	ก่อนเรียน	42	25.38	3.41	41	29.70**	.000
ผลสัมฤทธิ์	หลังเรียน	42	40.57	5.59			

**p < .01

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการประเมินคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร กับเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวแปร	คะแนน	n	\bar{X}	SD	df	t	p
คะแนน	หลังเรียน	42	40.57	5.59	41	3.56**	.001
ผลสัมฤทธิ์	เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 75)	42	37.50				

*p < .01

จากตารางที่ 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการประเมินคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด
สะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่กำหนด

ตัวแปร	คะแนน	n	\bar{X}	SD	df	t	p
คะแนนความสามารถ ในการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน	หลังเรียน เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 75)	42	140.43	3.66	41	36.14	.00

*p < .01

จากตารางที่ 21 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .01

4. การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย
การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์
พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้
เทคนิคการจัดการความรู้

รายการประเมิน	ความคิดเห็น (n = 42)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
1. การทดสอบก่อนเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้เดิม	4.33	0.47	มาก
2. ระดับความพึงพอใจเนื้อหาที่เรียน	4.38	0.49	มาก
3. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)			
3.1 กิจกรรม ช่วยทำให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียนได้เป็นอย่างดี	4.46	0.50	มาก
3.2 สื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยสร้างบรรยากาศใน การเรียนให้เป็นที่พึงพอใจของนักเรียนและสามารถทำให้นักเรียน เข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน	4.39	0.48	มาก

ตารางที่ 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น (n = 42)		
	\bar{X}	SD	ระดับ
4. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)			
4.1 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้เพิ่มมากขึ้น	4.48	0.50	มาก
5. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)			
5.1 การนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ และสรุปผลการทดลอง	4.51	0.50	มากที่สุด
6. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)			
6.1 นักเรียนคิดว่าใบความรู้ มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น	4.34	0.48	มาก
6.2 กิจกรรมสรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) ช่วยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น	4.43	0.50	มาก
6.3 กิจกรรมการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมกลุ่ม และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.58	0.49	มากที่สุด
6.4 การทำชิ้นงาน ช่วยให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์	4.52	0.50	มากที่สุด
7. การทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนทราบระดับความรู้หลังการเรียน	4.43	0.50	มาก
8. ขั้นประเมิน (Evaluation)			
8.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลในแต่ละกิจกรรม	4.45	0.50	มาก
8.2 การประเมินผลของครูสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน	4.31	0.47	มาก
รวม	4.43	0.49	มาก

จากตารางที่ 22 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.33-4.58 โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้

นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมกลุ่ม และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผลการประเมินผลหลังใช้หลักสูตร

การดำเนินการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรผู้วิจัยได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรผู้วิจัยได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน

หลังจากการดำเนินการใช้หลักสูตร ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับความเหมาะสมของหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ดังนี้

คำถาม

“นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในด้านเหมาะสมของหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้”

“ประทับใจในตัวของคุณผู้สอน เพราะมีรูปแบบการสอนที่สนุกสนาน” (นักเรียนคนที่ 1, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“ครูมีคำถามที่น่าสนใจ ทำให้ผมอยากตอบคำถามที่ครูถาม” (นักเรียนคนที่ 1, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“ผมสนุกกับการทำกิจกรรมกลุ่ม ได้ลงมือทำและคิดด้วยกันเป็นกลุ่ม” (นักเรียนคนที่ 2, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“บรรยากาศสนุกสนาน ไม่เจียบเหงาครับ” (นักเรียนคนที่ 2, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“เนื้อหาที่ครูนำมาสอน ให้นำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้จริง” (นักเรียนคนที่ 3, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“ผมชอบครับ เรียนสนุก เข้าใจง่าย ใ้บทความรู้ก็น่าอ่าน โดยเฉพาะภาพหน้าครู” (นักเรียนคนที่ 3, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“ได้ออกไปเรียนศึกษานอกห้องเรียน คุณของจริง สถานที่จริง สนุกและชอบมากครับ”
(นักเรียนคนที่ 4, สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

“กิจกรรมแปรงฟันสนุกมาก อยากให้เพิ่มเวลาในการทำกิจกรรม” (นักเรียนคนที่ 4,
สัมภาษณ์, 30 มิถุนายน 2560)

ผลการประเมินผลหลังใช้หลักสูตรจึงสามารถสรุปได้ว่าหลักสูตรมีคุณภาพและมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในสถานศึกษาได้ ด้วยเหตุผลคือ มีกระบวนการที่ถูกต้องตามหลักของการพัฒนาหลักสูตร มีความคลาดเคลื่อนน้อยและนักเรียนมีความพึงพอใจในหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ศึกษาเอกสาร และงานวิจัย แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา ความสำคัญของสะเต็มศึกษา และสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 รวมถึงศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของหลักสูตร ประเภทของหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร และการจัดการความรู้ ศึกษา รวบรวมความรู้ของผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ขั้นที่ 2 สร้างหลักสูตร แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การกำหนดโครงสร้างหลักสูตร ประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล 2) การประเมินโครงสร้างหลักสูตร นำโครงสร้างหลักสูตรให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสม 3) การปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร นำโครงสร้างหลักสูตร ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้วมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ขั้นที่ 3 การนำหลักสูตรไปใช้ แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดลองใช้หลักสูตรนำร่อง ทดลองใช้หลักสูตรนำร่องกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ สำนักงานเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน 2) การทดลองใช้หลักสูตร ทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ตามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ได้แก้ไขจากการทดลองนำร่องและปรับปรุงแก้ไข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นที่ 4 การประเมินผล เป็นการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยดูจากค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ที่กำหนด และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สภาพปัญหาและความจำเป็น 2) หลักการ 3) จุดมุ่งหมาย 4) โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน 5) ตัวชี้วัด 6) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7) สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8) การวัดและประเมินผล ซึ่งมีเนื้อหา จำนวน 3 เรื่อง ดังนี้ 1) มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต 2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ 3) อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน ระยะเวลาในการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา ก่อนนำไปใช้ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาพรวม $\bar{X} = 4.53$ และ $SD = .63$) โดยค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทุกรายการเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00

2. ผลการทดลองใช้หลักสูตร

ผลการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ดังนี้

2.1 ผลการประเมินคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ผลการประเมินคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตร รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลการประเมินคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า พบว่า ค่าเฉลี่ย คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัด การเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

จากการดำเนินการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มีประเด็นนำมาอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

ผลการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของสจัด อุทรานันท์ เป็นหลัก และนำมาพิจารณาพร้อมกับแนวคิดของนักพัฒนาหลักสูตรท่านอื่น ๆ สรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) การสร้างหลักสูตร 3) การทดลองใช้หลักสูตร และ 4) การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ในขั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการความรู้ ในการจัดการความรู้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 15 คน เป็นการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้บริหารสถานศึกษา ใช้วิธีการเลือกผู้บริหารที่มีผลงานดีเด่นในกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน, ศึกษานิเทศก์ที่รับผิดชอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน, หัวหน้าฝ่ายการศึกษาเขต จำนวน 1 คน และครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาตอนปลาย) จำนวน 10 คน ผลจากการจัดการความรู้ ผู้ร่วมจัดการความรู้ทั้งหมดมีความเห็นตรงกันว่า การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ผู้เข้าร่วมจัดการความรู้ร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ควรมี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) สภาพปัญหาและความจำเป็น 2) หลักการของหลักสูตร 3) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร 4) โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน 5) ตัวชี้วัด 6) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 7) สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 8) การวัดและประเมินผล มีเนื้อหา จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ 1) มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต 2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก 3) อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนาหลวง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ผลจากการจัดการความรู้ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานต่อไป สอดคล้องกับสถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา (2548) กล่าวว่า การจัดการความรู้ช่วยลดขั้นตอนในการทำงานได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อมีปัญหาในการทำงานเกิดขึ้น ผู้ปฏิบัติงานก็จะสามารถหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาได้รวดเร็ว การจัดการ

ความรู้ช่วยให้ปฏิบัติงานไม่ต้องทำงานด้วยการลองผิดลองถูก เพราะก่อนทำงานถ้ามีการเรียนรู้ ความผิดพลาดของคนอื่นจากบทเรียนในอดีตไว้ก่อน เพื่อเป็นการต่อ ยอดความรู้ก็จะทำให้ช่วย ประหยัดเวลา ประหยัดทรัพยากรที่ใช้ในการทำงานได้มากกว่าและไม่ต้องเสียเวลาต้องลองผิด ลอง ถูกอีก การจัดการความรู้ที่ได้มาโดยวิธีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันในงานที่ปฏิบัติในเรื่อง เดียวกัน ก็จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่ได้ เมื่อมีการแลกเปลี่ยน ความรู้กับผู้ปฏิบัติงานอื่น ๆ ในเรื่องเดียวกันทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น งานบางเรื่อง ผู้สอนไม่ต้องเรียนรู้จากประสบการณ์ตนเองเพราะบางที่จะเกิดผลเสียมากกว่า เพราะต้องลองผิด ลองถูก แต่ถ้าเรียนรู้จากประสบการณ์ของครูต้นแบบและประสบความสำเร็จในการสอนมาก่อนก็ จะช่วยย่นระยะเวลาในการทำงานได้มากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรแก้ว ชีระเดชากุล (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การบริหารจัดการความรู้ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 พบว่า ครูควรแสวงหาความรู้เรื่องการจัดการความรู้เพิ่มเติม โดยเลือก วิธีการที่เหมาะสมกับตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ครูควรจะต้อง ดำเนินการจัดการความรู้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ เพื่อให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่ได้จากการจัดการ ความรู้ชัดเจน ครูควรมีทัศนคติในเรื่องการจัดการความรู้เชิงบวก โดยมองว่าการจัดการความรู้เป็น เทคนิคที่จะช่วยสนับสนุนการถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลประเมินความเหมาะสมระหว่างองค์ประกอบของโครงสร้างหลักสูตร ผู้วิจัยออกแบบ และพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานมากำหนดแนวทางในการพัฒนา หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เมื่อได้โครงสร้างหลักสูตรแล้วผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความเหมาะสมของหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วเห็นว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสม ระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร โดยรวมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่า โครงสร้างหลักสูตร ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมและเป็นหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการจัด การเรียนรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับศักดิ์ศรี ปาณะกุล (2542) มีแนวคิดว่าการประเมินก่อนนำหลักสูตร ไปใช้ หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการนำหลักสูตรไป ใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เป็นการประเมินก่อนที่จะมีการใช้หลักสูตรจริง ๆ การประเมินหลักสูตรก่อน นำไปใช้กระทำไปโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามสำคัญ ๆ ได้แก่ หลักสูตรมีส่วนประกอบ ครบถ้วน ชัดเจนหรือไม่ และส่วนประกอบมีคุณภาพมากน้อยเพียงใด หลักสูตรมีความสอดคล้อง หรือมีความสัมพันธ์กันในแต่ละส่วนหรือแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตรที่พัฒนาหรือจัดทำขึ้นมา หรือไม่ เพียงใด หลักสูตรตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายหรือองค์กร โดยแท้จริงหรือไม่

เพียงใด หลักสูตร มีความเป็นไปได้ คุ่มทุน ทุนเวลาในการนำไปดำเนินการหรือนำไปใช้หรือไม่ เพียงใด การประเมินหลักสูตรก่อนนำไปใช้ด้วยวิธีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ นิยมใช้ในการพิจารณาตัวหลักสูตร เพื่อดูว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้น ในแต่ละส่วนของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันหรือไม่ มีความเป็นเหตุเป็นผลกันเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วส่วนประกอบของหลักสูตรมักประกอบด้วยเป้าหมาย จุดมุ่งหมายทั่วไป จุดมุ่งหมายเฉพาะของหลักสูตร เนื้อหา กิจกรรมการเรียน การสอนและการวัดประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญจะช่วยพิจารณาตัดสินว่าส่วนประกอบที่กล่าวนี้ สอดคล้องไปด้วยกัน ได้จริงหรือไม่ สอดคล้องกับบุญเลี้ยง ทุมทอง (2554) มีแนวคิดว่าการประเมินผลหลักสูตรเพื่อตัดสินว่าหลักสูตรมีคุณภาพดีหรือไม่ดี มีข้อบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง การประเมินผลในลักษณะนี้มักจะดำเนินไปในช่วงที่การพัฒนาหลักสูตรยังคงดำเนินการอยู่ เพื่อที่จะพิจารณาว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร เช่น จุดหมาย โครงสร้าง เนื้อหา การวัดผล ฯลฯ มีความสอดคล้องและเหมาะสมหรือไม่ สามารถนำมาปฏิบัติในช่วงการนำหลักสูตรไปทดลองใช้หรือในขณะที่การใช้หลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่ ได้มากน้อยเพียงใด ได้ผลเพียงใดและมีปัญหาอุปสรรคอะไรจะได้เป็นประโยชน์แก่นักพัฒนาหลักสูตรและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ทันทั่วทั้งที่

2. ผลการทดลองใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

ประการแรก หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบของหลักสูตรที่ครบสมบูรณ์ ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมความรู้ที่หลากหลาย เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เช่น กระบวนการกลุ่ม การระดมสมอง การอภิปราย การศึกษาจากสถานที่จริงในชุมชน การเล่นเกม สถานการณ์จำลอง กรณีศึกษา การฝึกปฏิบัติ และการบูรณาการความรู้กับกลุ่มสาระอื่นซึ่งสอดคล้องกับปรัชญาการศึกษาที่กล่าวว่า การเรียนที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดความรู้ได้ สอดคล้องกับสุพรรณิ ชาญประเสริฐ

(2557) มีแนวคิดว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำได้หลากหลายแนวทางที่ครูทุกคนสามารถทำได้ในห้องเรียนของตัวเอง ส่วนบางแนวทางต้องการ “แนวร่วม” สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้น เช่น การทำงานร่วมกันระหว่างครูต่างกลุ่มสาระ การทำงานร่วมกันทั้งโรงเรียน หรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชน หรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น สอดคล้องกับสติยาลังการ์พินธุ์ (2556) กล่าวว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้นั้น ผู้เรียนต้องได้ศึกษาประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถาม แล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง โดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผล ผ่านการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การสร้างสรรค์ชิ้นงาน การบูรณาการเทคโนโลยี มุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวย การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ และสร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับนัสนรินทร์ บือชา (2558) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชา เคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับไพฑูรย์สินลาร์ตัน (2557) กล่าวว่า หลักการสอนสู่ศตวรรษที่ 21 ต้องเริ่มที่ผู้เรียนก่อนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะเท่านั้น การสอนที่เป็นอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เน้นการบอกจากครู โดยครูไปหาความรู้จากตำราเอกสารแล้วนำมาบอกเด็ก เด็กจะฟัง จด ท่อง จำตามที่ครูบอก แล้วก็สอบตามนั้น รูปแบบนี้ไม่ทำให้เป็นผู้มีทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 เพียงพอ เด็กจะไม่รู้จักคิด ไม่พัฒนาความรู้ ไม่รับผิดชอบต่อเพื่อนและสังคม และไม่พัฒนาการมีคุณธรรมได้อย่างแท้จริง จำเป็นต้องเปลี่ยนวัฒนธรรมการสอนจากการที่ผู้เรียนต้องรับความรู้จากครู คนเดียวมาเป็นการสอนให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตัวเองได้

ประการที่สอง การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางส่งเสริมทักษะกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ซึ่งเป็นขั้นแรกที่ต้องสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ กิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติคือกิจกรรมชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน โดยเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้น ๆ ทำให้เกิดความสนุกสนาน ทำทายความสามารถ และทบทวนความความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่ผ่านมา ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการทดลอง ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนนำความรู้ในเรื่องที่สำรวจตรวจสอบหรือทดลองไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว หรือนำไปขยายความรู้ด้วยการสืบค้นเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือ ตำรา อินเทอร์เน็ต และนำไปสร้างเป็นผลงานชิ้นงาน และขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่หลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาที่ประเมิน สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) ที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ วัฏจักรการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการสอนและพัฒนาหลักสูตร อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนลำดับขั้นของการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับมานพ สิงห์วี (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนเท่ากับ ร้อยละ 72 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดย ใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ บิลลิงส์ (Billings, 2002) ได้ศึกษาการนำกระบวนการเรียนการสอนแบบบูรณาการ (Integrated) แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) และการจัดการเรียนการสอนแบบยืดสาระเป็นแกนไปใช้ในระดับประถมศึกษา

พบว่า สามารถช่วยพัฒนาทั้งภาษาศาสตร์ เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ และจุดประสงค์ที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติและมาตรฐานภาษาอังกฤษแห่งชาติ คือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของครูในการสอนภาษาซึ่งจะช่วยพัฒนาวิทยาศาสตร์พื้นฐานทั้งในเรื่องการอ่าน การเขียน และกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นการเตรียมประสบการณ์ให้กับนักเรียนในการสื่อสารทั้งการพูด และการเขียน ในขณะที่ศิลปะทางภาษาเป็นเครื่องมือสำหรับการบันทึก และสื่อสารผลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพูนสุข อุดม (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบพหุวิทยาการร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยตรง พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 และภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 หลังการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการ สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของพระมหาเนตร ดอกมะกล่ำ (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์มากขึ้น พร้อมทั้งสามารถนำกลับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์หลังอบรมสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากผู้วิจัยได้นำหลักการทางจิตวิทยามาใช้หลายประการ กล่าวคือ ในคำชี้แจงการทำกิจกรรมได้กำหนดแนวทางการเรียนรู้ว่าแต่ละกิจกรรมมีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างไร นักเรียนสามารถหาคำตอบในการทำกิจกรรมได้ กระบวนการกลุ่มยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอพัฒนาการการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่น สอดคล้องกับสุรางค์ ไคว์ตระกูล (2554) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญที่เสริมพัฒนาการทางสติปัญญา 4 องค์ประกอบคือ 1) วุฒิภาวะ (Maturation) คือการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสติปัญญาและความคิด โดยเฉพาะเส้นประสาทและต่อมไร้ท่อ 2) ประสบการณ์ (Experience) ประสบการณ์เป็น

ปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาด้านสติปัญญา เพราะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งประสบการณ์ที่เกิดจากการมี ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลและทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) คือการที่บุคคลได้รับการถ่ายทอด ความรู้ด้านต่าง ๆ จากบุคคลรอบข้าง เช่น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครู เป็นต้น 4) กระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration) คือการควบคุมพฤติกรรมของตนเองซึ่งอยู่ในตัวของแต่ละบุคคลเพื่อปรับสมดุลของพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดไปสู่ขั้นที่สูงกว่า

2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 75 ทำให้เป็นไปตามสมมติฐาน ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากชิ้นงานที่กำหนดให้นักเรียนสร้าง เป็นชิ้นงานที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดสร้าง ได้อย่างอิสระบนพื้นฐานของความรู้ที่กำหนด มีรูปแบบการคิดที่แน่นอนคือกระบวนการคิดตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จึงทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ กล่าวคือ เริ่มต้นจากการศึกษาสถานการณ์เพื่อระบุปัญหา ให้เกิดการคิดสร้างชิ้นงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรึกษาภายในกลุ่ม เขียนขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน เขียนภาพประกอบ ดำเนินการสร้างชิ้นงานตามแบบและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ปรับปรุง และนำเสนอชิ้นงาน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาในกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม สนุกสนาน อยากรู้ อยากเห็น เกิดความรักในการเรียนวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรมผู้เรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติ อันสอดคล้องกับธรรมชาติของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดได้ดีต้องเป็นการเรียนที่เกิดจากการปฏิบัติ (Learning by doing) การแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการคิดและปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตนเอง สอดคล้องกับจิรภรณ์ รักกิจเกษร (2547) ได้ทำการศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้างชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่องอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถด้านการดำเนินการเรียนรู้นี้เนื้อหา ด้านการออกแบบชิ้นงาน และด้านการนำเสนอสอดคล้องกับขนิษฐา เวชรัมย์ (2550) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโยนิโต

มนสิการ พบว่า ความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน อยู่ใน ระดับเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียน ได้รับวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายเหมาะสมตามจุดประสงค์และเนื้อหา มุ่งเน้น ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับทศนา แคมมณี (2554) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้อย่างเต็มตัวทั้ง 4 ด้าน คือ ได้เคลื่อนไหวปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ (กาย) ได้ใช้ความคิด (สติปัญญา) ได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (สังคม) และเกิดอารมณ์ความรู้สึกอันจะช่วยให้ การเรียนรู้มีความหมายต่อคน (อารมณ์) การมีส่วนร่วมจะเป็นปัจจัยส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ที่แท้จริงได้ดี สอดคล้องกับอาภาภรณ์ อินเสมียน (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตร บูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจ มากที่สุด สอดคล้องกับ Smar (2000) ได้ศึกษาการจัดการสอนแบบบูรณาการศิลปะของ โรงเรียนใน สหรัฐอเมริกา ด้วยการเก็บข้อมูลจากการทำแบบฝึกหัดศิลปะบูรณาการเข้ากับวิชาวิทยาศาสตร์ โดย ใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสนทนาอย่างไม่เป็นทางการ การสังเกต และการตรวจผลงานสิ่งประดิษฐ์ ด้วยวิธีบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยวิธีบูรณาการ แบบเชื่อมโยง ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติมากกว่าการสอนปกติ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำหลักสูตรไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีว โมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในครั้งนี้มีระยะเวลาจำกัด กิจกรรมต้องดำเนินให้เสร็จในช่วงเวลาที่กำหนด และกิจกรรมเน้นให้นักเรียนฝึกปฏิบัติจริง ทำให้ ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดในแต่ละกิจกรรมที่เสนอแนะเพิ่มเติมมีดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต เป็นกิจกรรมที่ นักเรียนให้ความสนใจในการร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะ กิจกรรม ชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน ตอน แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว นักเรียนมีโอกาสได้สัมผัส และลงมือออกแบบรูปทรงต่าง ๆ พร้อมกับ

นำเสนอแนวคิด ทำให้เกิดความสนุกสนาน ดังนั้นครูควรใช้เวลาในการทำกิจกรรมเพิ่ม หรือ ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนสามารถนำไปขยายผลการเรียนกับนักเรียนชั้นอื่น ๆ ต่อไป

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข กิจกรรมตกผลึก ความคิด “STEM เสริมปัญญา พัฒนาคลองบางมด” เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นวัยที่สามารถคิด ออกงานแบบชิ้นงานได้อย่างกว้างขวางและสร้างสรรค์ กิจกรรมต่าง ๆ ที่นักเรียนคิดมี หลากหลายรูปแบบ บางรูปแบบต้องใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานพอสมควร เช่น การทำ EM ball, การทำเพชรธรรมชาติบำบัด เป็นต้น ดังนั้นการที่จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ ควรให้ เวลาเพิ่มเติม หรือกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมกับแต่ละชิ้นงาน

2. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการนำหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้ไปใช้ ควร ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรไปตามลำดับขั้นตอน ควรศึกษารายละเอียดของหลักสูตรทุก กิจกรรมการเรียนรู้ ควรจัดสื่อ วัสดุอุปกรณ์ให้ครบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูต้องคอยให้ คำปรึกษา แนะนำ คอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ

3. ในการจัดกลุ่มนักเรียนทุกกิจกรรม ควรเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน โดยจัดนักเรียนที่มีผลการเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน ไว้ในกลุ่มเดียวกัน

4. ควรจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรหรือบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้และเสริมสร้างประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพื่อติดตามผลการใช้หลักสูตรในระยะยาว เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

2. ควรนำรูปแบบและวิธีการของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการวิจัยและพัฒนา หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในหน่วยการเรียนรู้อื่น เช่น หน่วยการเรียนรู้ธาตุและ สารประกอบ และหน่วยการเรียนรู้โพลิเมอร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันเอกอัครราชทูตไทย ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (2556). *โอบามาประกาศแผนการใหม่ในการสร้างกลุ่ม ต้นแบบการสอน STEM (STEM Master Teaching Corps)*. เข้าถึงได้จาก http://www.ostc.thaiembdc.org/test2012/stnews_Sept12_5
- กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร. (2559). *คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร*. เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/bmaeval1/>
- กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนนาหลวง. (2559). *รายงานผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนนาหลวง*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนนาหลวง.
- ขนิษฐา บุญภักดี. (2552). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*.
- ขนิษฐา เวชรังษี. (2550). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบโยนิโสมนสิการ*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เจมวดี พงสานนท์ และกวิณ เชื้อมกลาง. (2550). *สะเต็มศึกษา: นวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. เข้าถึงได้จาก http://www.phatthalung2.go.th/myoffice/2557/data/tkk7/25571101_115805_9011.pdf
- ฉันท ชาติทอง. (2550). *เทคนิคการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

- จิรภรณ์ รักรักเกษม. (2547). การศึกษากระบวนการในชั้นเรียนและความสามารถในการสร้าง
 ชิ้นงานในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง อาหาร ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์-
 การสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร: หลักการแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: อีสันเพรส.
 ฉัตรแก้ว ชีระเดชากุล. (2551). การบริหารการจัดการความรู้ในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขต
 พื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 2. วิทยานิพนธ์สังคมสงเคราะห์ศาสตรมหาบัณฑิต,
 สาขาวิชาสังคมสงเคราะห์ศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). การศึกษาแนวคิดเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชมพูนุท วราศิริระ. (2548). การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับรายวิชาประวัติศาสตร์
 ไทย สาขาครุศาสตร์สถาบันราชภัฏ. คุยฉินิพนธ์ศึกษาคุยฉินิพนธ์, สาขาวิชา
 การอุดมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์. (2551). การบริหารงานวิชาการและการนิเทศภายในสถานศึกษา
 (พิมพ์ครั้งที่ 5). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ไชลัน สานะ. (2558). เกณฑ์การให้คะแนน. เข้าถึงได้จาก <http://ded.edu.kps.ku.ac.th>
- คนุพล สุนทรรัตน์. (2550). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียน
 โรงเรียนมัธยมศึกษาเอกชน. คุยฉินิพนธ์การศึกษาคุยฉินิพนธ์, สาขาวิชาการบริหาร
 การศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ถาวร ต้นหยงมาสกุล. (2556). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 6
 เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศ. คุยฉินิพนธ์การศึกษาคุยฉินิพนธ์, สาขาวิชา
 หลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิตนา เขมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
 ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สุทธาคารพิมพ์.
- ทักษิณา เครือหงส์. (2550). การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาคำนวณ
 ของช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
 ราชมงคล. คุยฉินิพนธ์การศึกษาคุยฉินิพนธ์, สาขาวิชาวิจัยและหลักสูตร, บัณฑิต
 วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ธวัช ชิตตระกูล. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ นวัตกรรมผ่านโปรแกรม STEM. เข้าถึงได้จาก <http://www.deansci.com/th/downloads/stem.pdf>
- ชญัญพัทธ์ หิรัญรัตน์พงศ์. (2554). การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ “ayangpapa” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะ ศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีชกร สุวรรณจรัส. (2553). การศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการความรู้ด้วยการเรียนจาก ประสบการณ์บนเครือข่ายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา ของครู สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. คุษณินิพนธ์ครุศาสตรคุษณิ บัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ชญัญพัทธ์ หิรัญรัตน์พงศ์. (2554). การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ เทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ “ayangpapa” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีระ รุญเจริญ. (2550). ความเป็นมืออาชีพในการจัดและบริหารการศึกษายุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: แอล. ที. เพรส.
- ธีราร บัวศรี. (2542). ทฤษฎีหลักสูตร การออกแบบและพัฒนา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ คุรุสภาลาดพร้าว.
- นักเรียนคนที่ 1. (2560, 30 มิถุนายน). สัมภาษณ์.
- นักเรียนคนที่ 2. (2560, 30 มิถุนายน). สัมภาษณ์.
- นักเรียนคนที่ 3. (2560, 30 มิถุนายน). สัมภาษณ์.
- นักเรียนคนที่ 4. (2560, 30 มิถุนายน). สัมภาษณ์.
- นัสนรินทร์ บือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อ การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). *การพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- บริษัท แกมมาโก้ (ประเทศไทย) จำกัด. (2560). *สะเต็มศึกษาคืออะไร*. เข้าถึงได้จาก <http://www.gammaco.com>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญมี เณรยอด. (2531). *หลักการพัฒนากลยุทธ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบริหารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การพัฒนาหลักสูตร (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุษยพล วารีย์. (2553). *การศึกษาผลการใช้ลิ้นจี่นึ่งอบเจดต์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประเมศวร์ วงศ์ชาวม. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล. (2558). *มารู้จักกับสะเต็มศึกษา (Stem education) ว่าทำไมจึงมีความสำคัญ*. เข้าถึงได้จาก <https://pragorne.wordpress.com/มารู้จักกับสะเต็มศึกษา-stem-educ/>
- ประพฤดี ศิลพิพัฒน์. (2540). *การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประสาธต์ เนื่องเฉลิม. (2553). *หลักสูตรการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสาธต์ อิศรปริดา. (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2532). *การนิเทศการสอน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2543). *การบริหารงานวิชาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ปริญทิพย์ บุญคง. (2546). *การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พจนา ทรัพย์สमान. (2549). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบด้วยตนเอง.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.
วารสารนักรบริหาร, 33(2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษ
มหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8).
กรุงเทพฯ: เจริญผล.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พระมหานเตร ดอกมะกล้า. (2551). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- พูนสุข อุคม. (2546). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตแบบบูรณาการร่วมกับวิชา
คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณ
ราชวิทยาลัยตรัง. คุษณินิพนธ์การศึกษาคุษณิบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา, บัณฑิต
วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2557). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- ภัทร์ธีนันท์ รัตนพงศ์ภัก. (2550). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. การศึกษาค้นคว้าอิสระ
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.

- มานพ สิงห์วี. (2556). ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบ
สืบเสาะหา ความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนใน
การเรียนรู้ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์,
23(8), 115-129.
- มนต์ชัย พงศกรณฤงษ์. (2552). การศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้าง
ความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างความรู้ของนักเรียนช่วงอุตสาหกรรม.
คุณิณีนิพนธ์ปรัชญาคุณิณีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2557). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท.,
42(185), 16.
- มนสิข สิทธิสมบูรณ์. (2546). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิจัยในชั้นเรียน. คุณิณีนิพนธ์
ศึกษาศาสตร์คุณิณีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ด้วย STEAM
Model. เข้าถึงได้จาก
http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ:
นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- รักพงษ์ วงษ์ธานี. (2546). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และ
ความพึงพอใจในการเรียน โดยการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธี
เรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รักษพล ชนานวงศ์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. เข้าถึง
ได้จาก <http://secondsci.ipst.ac.th>
- ละมัย บุตรมาตร. (2553). ผลการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นเรื่องเสียงกับ
การ ได้ยินในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้า
อิสระการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ลัดดา สุขปรีดี. (2553). *เทคโนโลยีการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนิดา ดีแป้น. (2553). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย โดยการวิเคราะห์หัตถุระดับ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2543). *กระบวนการค้นคว้าใหม่ในการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วัชรภรณ์ กองมณี. (2546). *การพัฒนาแผนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยเน้นกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศุภศิริ โสมาเกตู (2544). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้โดยโครงการกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศักดิ์ศรี ปาณะกุล. (2542). *การประเมินหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศักดิ์ศรี ปาณะกุล. (2556). *การพัฒนาและประเมินหลักสูตรสังคมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สังัด อุทรานันท์. (2532). *พื้นฐานและหลักการพัฒนาหลักสูตร*. กรุงเทพฯ: มิตรสยาม.
- สตียา ลังการ์พินธุ์. (2556). *Intel Education Thailand การจัดการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก sattiya.langkaphin@intel.com
- สถาบันพัฒนาผู้บริหารการศึกษา. (2548). *การจัดการความรู้สถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *คู่มือครู สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *สะเต็มศึกษา: นวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. เข้าถึงได้จาก [http:// www.stemedthailand.org](http://www.stemedthailand.org)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *ตัวอย่างการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://pd.ipst.ac.th/?p=960>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). *ผลการประเมิน PISA 2015*. เข้าถึงได้จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/>
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). *ค่าสถิติพื้นฐานคะแนน O-NET ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *สะเต็มศึกษา: นวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. เข้าถึงได้จาก <http://www.stemedthailand.org>
- สมนึก นนธิจันทร์. (2542). *การเรียนการสอน การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงของผู้เรียน โดยใช้ Portfolio*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมปัญญา ศรีภคานนท์. (2535). *การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้าง สิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- สุนีย์ ภูพันธ์. (2546). *แนวคิดพื้นฐานการสร้างและการพัฒนาหลักสูตรยุคปฏิรูปการศึกษาไทย*. เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. เข้าถึงได้จาก <http://emagazine.ipst.ac.th/2014/pdf/186.pdf>
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริพร อนุศาสนนันท์. (2554). *การวัดและประเมินในชั้นเรียน*. ชลบุรี: เก็ทกู๊ดครีเอชั่น.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2550). *การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2543). *แฟ้มสะสมงาน*. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.

- สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร. (2559). *สถิติการศึกษา*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.bangkok.go.th/bangkokeducation/page/main/2478>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2555). *สรุปการบรรยายพิเศษเรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMEducation.pdf>
- อาภาภรณ์ อินเสมียน. (2556). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. คุยฉินิพนธ์ครุศาสตรคุยฉินิพนธ์บัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Abruscato, J. (1996). *Teaching children science: A discovery approach*. Boston: Allynand Bacon.
- Adamson, K. (2009). The impact of and intergrated math and science curriculum on trird grade students' measurement achivement. *Dissertation Abtracts International*, 69(12), 4664-A.
- Bader, G. E., & Bloom, A. E. (1994). *Measuring team performance*. California: Richard Chang Associates.
- Barman, C., & Kotar, M. (1989). The learning cycle. *Science and Children*, 26(7), 30-32.
- Beauchamp, G. A. (1968). *Curriculum theory*. Itasca: Fe Peacock.
- Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). *21st Century skills rethinking how students learn*. Bloomington: Solution Tree Press.
- Billings, R. L. (2002). Assessment of the learning cycle and inquiry base learning in elementary education students. *Masster Abtracts International*, 40(4), 840-A.
- Bloom, A. (1995). *Measuring team performance*. California: Richard chang associates.
- Carin, A. A. (1993). *Teaching science through discovery* (7th ed.). New York: Merrill.
- Cronbach, L. J. (1970). *Essentials of psychological testing*. New York: Harper and Row.
- Dejarnette, N. K. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (Science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.

- Duran, M., & Sendag, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program. *Creative Education, 3*, 241-250.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasize trans of learning and the importance of eliciting prior understanding. *Science Education, 70*(06), 57-59.
- Ewers, T. G. (2002). Teacher-directed versus learning cycles methods: Effects on science process skill mastery and teacher efficacy among elementary education students. *Dissertation Abstracts International, 60*(07), 2387-A.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed). New York: McGraw-Hill.
- Hill, M. D. (2002). The effect of integrated mathematics/ science curriculum and instruction on mathematics achievement and student attitudes in grade six. *Dissertation Abstracts International, 61*(6), 2136-A.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont California: Wadsworth.
- Mazyck, M. M. (2002). The impact of group composition students using an integrated learning system. *Dissertation Abstracts International, 63*(5), 1718-A.
- Papert, S. (2002). Toward constructivism for adult learners in online learning environments. *British journal of educational technology, 33*(1), 27-37.
- Saylor, G. J., Alexander, W. M., & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum planning for better teaching and learning* (4th ed.). New York: Holt Rinehart and Winston.
- Smar, B. J. (2000). Wintergrating art and science: A case study of middle school reform. *Dissertation Abstracts International, 61*(6), 2136-A.
- Stewart, V. (2012). *A world class education: Learning from international models of excellence and innovation*. USA: ASCD.
- Stufflebeam, D. L. (1968). *Toward a science of education evaluation in educational technology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich.
- Tanner, D., & Tanner, L. (1995). *Curriculum development: Theory into practice*. New Jersey: Prentice Hall.

- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. USA: John Wiley & Sons.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Vasquez, J. A. (2013). *Presentation to IPST staffs*. Bangkok. Thailand.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials: Integrating science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth: Heinemann.
- Wayne, C. (2012). *What is S.T.E.M. and why do I need to know?*. Retrieved from <http://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online/1>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา ชินสีบุญจน์ อาจารย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพมหานคร
2. ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.นภาพรณัฏฐ์ ธัญญา ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนเบญจมราชาลัย
ในพระบรมราชูปถัมภ์ สำนักงานเขต
พื้นที่การศึกษา มัชฌมศึกษา เขต 1
4. นางชุติปภา วรสัมปยุตต์ ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนบางชัน (ปल्लीวิทยานุสรณ์)
กรุงเทพมหานคร
5. นายอดิศักดิ์ สามหมอ ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนวัดบางปะกอก กรุงเทพมหานคร

รายชื่อผู้ร่วมจัดการความรู้

1. ดร.จิระพันธ์ นามสวัสดิ์
ผู้อำนวยการโรงเรียน โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์
ผู้อำนวยการวิทยฐานะเชี่ยวชาญ
ประสบการณ์สอน 30 ปี
2. นางพวงผกา แสงเงิน
ผู้อำนวยการโรงเรียน โรงเรียนมัธยมปทุมมาวาส
ผู้อำนวยการวิทยฐานะเชี่ยวชาญ
ประสบการณ์สอน 28 ปี
3. นายนรินทร์ บุตรพรหม
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 18 ปี
4. นางสาวนพมาศ พุ่มฉวี
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 15 ปี
5. นางสาวจุฑาภรณ์ อยู่ทิม
หัวหน้าฝ่ายการศึกษา สำนักงานเขตทุ่งครุ
กรุงเทพมหานคร
6. นางเพ็ญแข ลือหาญ
ครูโรงเรียนนาหลวง
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 30 ปี
7. นายมโนชัย
จรัลวิทย์ ครูโรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 32 ปี
8. นางสาวจินตนา ใจด้วง
ครูโรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 18 ปี
9. นายนนท์ณัฐ น้อมระวี
ครูโรงเรียนนาหลวง
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 16 ปี

- | | |
|-----------------------------|--|
| 10. นางรุ่งทิพย์ เพ็ชรรักษ์ | ครู โรงเรียนนาหลวง
เชี่ยวชาญด้านการวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 25 ปี |
| 11. นางพะนอ คิวสุวรรณศรี | ครู โรงเรียนนาหลวง
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 33 ปี |
| 12. นางอรวรรณ จำนงค์ธรรม | ครู โรงเรียนวัดบางปะกอก
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 14 ปี |
| 13. นายผาทอง ห่องแซง | ครู โรงเรียนมัธยมนาคนาวอุปถัมภ์
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 10 ปี |
| 14. นายเสน่ห์ เชื้อสูงเนิน | ครู โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 10 ปี |
| 15. นายเทววุฒิ สิมะเสถียร | ครู โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ
เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์สอน 11 ปี |



ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว. ๓๐๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓/ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา ชินสิญจน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายอัครเดช จ้านงค์ธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีวะวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ในโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.มณฑิร ชมดอกไม้ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๙

โทรสาร ๐-๓๘๓๙-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๑-๔๙๕๒๑๒๑

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดย
 ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินร่างหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีรายการประเมินดังนี้

- 1.1 หลักการ
- 1.2 จุดมุ่งหมาย
- 1.3 โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน
- 1.4 ตัวชี้วัด
- 1.5 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.6 สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.7 การวัดและประเมินผล

2. ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องแสดงระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้ระดับความเหมาะสมคือดังนี้

- 5 หมายถึง หลักสูตรมีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง หลักสูตรมีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง หลักสูตรมีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง หลักสูตรมีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง หลักสูตรมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ขอให้ท่านพิจารณาตามรายการที่กำหนดไว้ ตรงตามความคิดเห็นของท่านและให้เสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

ขอขอบพระคุณอย่างสูง

อัครเดช จำนงค์ธรรม

ผู้วิจัย

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
1	หลักการ						
	1.1 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นเพื่อใช้สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนแต่ละส่วนมาเชื่อมโยง สัมพันธ์กันในรูปแบบการบูรณาการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา						
	1.2 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาโดยใช้กระบวนการจัดการความรู้ โดยการรวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรมาทำการสังเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่						
	1.3 เป็นหลักสูตรที่ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล ได้แก่ 1) คาร์โบไฮเดรต 2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ 3) ลิพิด						
	1.4 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน						
	1.5 เป็นหลักสูตรที่ใช้กระบวนการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง						
2	จุดมุ่งหมาย						
	2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองและอธิบาย เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล โดยผ่านประสบการณ์ตรงอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงมวลความรู้และประสบการณ์นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้						

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		1	2	3	4	5	
	2.2 เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานในทางสร้างสรรค์						
	2.3 เพื่อให้ให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์						
	2.4 เพื่อให้ให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ						
3	โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน						
	3.1 มหัตถรย์ของคาร์โบไฮเดรต						
	3.2 โปรตีนและกรดนิวคลีอิก						
	3.3 อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข						
4	ตัวชี้วัด						
	4.1 ตัวชี้วัดตามหลักสูตร						
	4.2 ตัวชี้วัดเพิ่มเติม						
5	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
	5.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)						
	5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)						
	5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)						
	5.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)						
	5.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)						
6	สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
	6.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้						
	6.2 สื่อช่วยให้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมาย						
7	การวัดและประเมินผล						
	7.1 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร						
	7.2 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา						

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

วันที่...../...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 50 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบถูกเพียง 1 ตัวเลือกเท่านั้น
3. ในการตอบเมื่อหาคำตอบที่ต้องการได้แล้ว ให้ขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องที่ตรงกับหมายเลขข้อคำตอบที่ต้องการในกระดาษคำตอบ เช่น ต้องการตัวเลือก ข เป็นคำตอบให้ขีดคำตอบดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
		X			

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบเป็นตัวเลือกอื่น ให้ขีดเส้นทับรอยเดิมก่อนแล้วขีดตอบใหม่ เช่น ต้องการเปลี่ยนจากตัวเลือก ก เป็น ง ให้ทำ ดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
	X			X	

5. ในการตอบแต่ละข้ออย่าขีดคำตอบมากกว่า 1 แห่ง
6. ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจให้ข้ามไปทำข้อต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาค่อยย้อนกลับมาทำใหม่
7. ห้ามขีดหรือเขียนเครื่องหมายและข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. ข้อใดคือสมบัติของคาร์โบไฮเดรต
 - ก. ละลายน้ำ
 - ข. เปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน
 - ค. เกิดปฏิกิริยาแยกสลายได้มอลโทส
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตคือธาตุใด
 - ก. ออกซิเจน ฟอสฟอรัส คาร์บอน
 - ข. คาร์บอน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน
 - ค. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน
 - ง. ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
3. เมื่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตย่อยคาร์โบไฮเดรตแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใด
 - ก. พลังงาน
 - ข. แอลกอฮอล์
 - ค. ออกซิเจนและน้ำ
 - ง. มอนอแซ็กคาไรด์
4. น้ำตาลชนิดใดที่มีในข้าวบาร์เลย์ หรือข้าวมอลต์ที่กำลังงอกประโยชน์ ใช้ทำเบียร์ ทำเครื่องดื่ม และอาหารเด็ก
 - ก. แลกโทส
 - ข. ซูโครส
 - ค. มอลโทส
 - ง. กาแลกโทส
5. ข้อใดคือประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต
 - ก. เป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย
 - ข. ช่วยในการทำงานของลำไส้และการขับถ่าย
 - ค. ใช้ในกระบวนการหมักสุรา เบียร์ ไวน์
 - ง. ถูกทุกข้อ
6. สารละลาย A ผสมกับสารละลายเบเนดิกต์ เมื่ออุ่นในน้ำเดือดมีตะกอนสีแดงอิฐเกิดขึ้น สาร A อาจเป็นสารใดได้บ้าง
 1. กลูโคส 2. มอลโทส 3. แป้ง 4. ฟรักโทส
 - ก. 1 และ 2
 - ข. 1 และ 4
 - ค. 2 และ 3
 - ง. 3 และ 4
7. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต
 - ก. น้ำตาลมีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี
 - ข. การทดสอบแป้งใช้สารละลายไอโอดีนจะได้ตะกอนสีน้ำเงินเข้ม
 - ค. น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสจะให้ผลกับสารละลายไบยูเรตเกิดตะกอนสีแดงอิฐ
 - ง. การหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งหรือน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์

8. นักเรียนสามารถทดสอบอาหารจำพวกแป้งมันได้โดยใช้สารละลายชนิดใด
- ก. สารละลายไอโอดีน
 - ข. สารละลายเบเนดิกต์
 - ค. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
 - ง. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์
9. เมื่อร่างกายได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอ ร่างกายจะเผาผลาญสารอาหารประเภทใดให้เกิดพลังงานทดแทนได้
- ก. แร่ธาตุ
 - ข. โปรตีน
 - ค. ไขมัน
 - ง. เกลือแร่
10. พลังงานที่ร่างกายใช้ในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้มาจากสารอาหารชนิดใด
- ก. ไขมัน
 - ข. โปรตีน
 - ค. คาร์โบไฮเดรต
 - ง. วิตามินและแร่ธาตุ
11. เมื่อหยดสารละลายเบเนดิกต์ลงไป ในอาหารที่ต้องการตรวจสอบแล้วนำไปต้มจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร
- ก. อาหารมีไขมัน
 - ข. อาหารมีแป้ง
 - ค. อาหารมีน้ำตาล
 - ง. อาหารมีโปรตีน
12. น้ำตาลที่ตรวจพบในปัสสาวะของคนที่เป็นโรคเบาหวานคือน้ำตาลชนิดใด
- ก. กลูโคส
 - ข. แลกโทส
 - ค. ซูโครส
 - ง. มอลโทส
13. การรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมาก ๆ ต้องระวังการเกิดโรคชนิดใด
- ก. อ้วน ความดันโลหิตสูง
 - ข. หลอดเลือดตีบ
 - ค. โรคเบาหวาน
 - ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
14. ร่างกายจะนำสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เหลือจากการใช้งานไปเก็บสะสมให้อยู่ในรูปของสารใด
- ก. ไกลโคเจน
 - ข. แคลโรทีน
 - ค. กลูคาگون
 - ง. คอเลสเตอรอล

15. ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2 หน่วยมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ

- | | |
|----------|----------|
| ก. C-O-H | ข. C-O-C |
| ค. H-O-C | ง. C-O-N |

16. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ถูกต้อง

- | |
|--|
| ก. กลูโคส + ฟรักโทส ได้ ซูโครส + น้ำ |
| ข. กลูโคส + กลูโคส ได้ มอลโทส + น้ำ |
| ค. กลูโคส + กาแลกโทส ได้ แล็กโทส + น้ำ |
| ง. กลูโคส + ฟรักโทส ได้ มอลโทส + น้ำ |

17. เมื่อนำผลไม้มาหมักด้วยยีสต์หรือแบคทีเรียที่เหมาะสมจะเกิดสิ่งใด

- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| ก. เมทิลแอลกอฮอล์ | ข. น้ำหมักชีวภาพ |
| ค. เอทิลแอลกอฮอล์ | ง. วิตามินที่สามารถรับประทานได้ |

18. โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานเท่ากับกี่กิโลแคลอรี

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ก. 3 กิโลแคลอรี | ข. 4 กิโลแคลอรี |
| ค. 5 กิโลแคลอรี | ง. 9 กิโลแคลอรี |

19. ในปฏิกิริยาไบยูเรต โปรตีนทำปฏิกิริยากับสารละลาย CuSO_4 ในสารละลายเบส NaOH หรือ KOH จะได้สารสีใด

- | | |
|----------------|------------------|
| ก. สีแดง | ข. สีน้ำเงินม่วง |
| ค. สีน้ำตาลอิฐ | ง. ไม่มีสี |

20. พืชจะนำโปรตีนที่อยู่ในธรรมชาติกลับเข้ามาในวัฏจักรโปรตีน ด้วยกระบวนการใด

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ก. การตรึงไนโตรเจน | ข. การดูดไนโตรเจน |
| ค. การดูดย้อนกลับ | ง. การตรึงย้อนกลับ |

21. ถ้าต้องการตรวจสอบอาหารว่ามีโปรตีนหรือไม่จะใช้สารใดตรวจสอบ

- | |
|--|
| ก. สารละลายไอโอดีน |
| ข. สารละลายเบเนดิกต์ |
| ค. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต |
| ง. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ |

22. เพราะเหตุใด เด็กจึงต้องการ โปรตีนมากกว่าผู้ใหญ่
- เพราะนำไปสร้างพลังงาน
 - เพราะนำไปเสริมสร้างความเจริญเติบโต
 - เพราะนำไปโปรตีนไปสร้างความแข็งแรงให้ร่างกาย
 - เพราะโปรตีนทำให้ร่างกายสดชื่นอยู่เสมอ
23. ข้อใด ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับโปรตีน
- เป็นสารที่มีธาตุองค์ประกอบ 4 ธาตุคือ C H O และ N
 - พันธะระหว่างกรดอะมิโนในโปรตีนเป็นพันธะโควาเลนต์ที่เรียกว่าพันธะเพปไทด์
 - แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของโปรตีน นอกจากแรงแวนเดอร์วาลส์แล้วยังมีพันธะไฮโดรเจนอีกด้วย
 - โปรตีนทุกชนิดสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลาย Cu^{2+} ในสารละลาย NaOH ได้
24. กรดอะมิโนที่จำเป็นเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เรียกว่า กรดอะมิโนจำเป็น เพราะเหตุใด
- กรดอะมิโนเหล่านี้ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นจากร่างกายของมนุษย์
 - กรดอะมิโนเหล่านี้ถูกนำไปใช้ในการผลิตโปรตีนของมนุษย์
 - มนุษย์มีความต้องการกรดอะมิโนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานของคาร์โบไฮเดรต
 - กรดอะมิโนเหล่านี้ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนซึ่งสามารถจะเกิดพันธะไฮโดรเจนใน DNA
25. กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential amino acid) หมายถึง กรดอะมิโนที่ร่างกาย ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้จากอาหาร ในเด็กมีทั้งหมดกี่ชนิด
- 8 ชนิด
 - 9 ชนิด
 - 10 ชนิด
 - 11 ชนิด
26. ข้อใด ไม่ใช่ สาเหตุการแปลงสภาพโปรตีน
- ความร้อน
 - ความดัน
 - ความเป็นกรด-เบส
 - ไอออนของโลหะหนัก

27. ไข่ขาว เนื้อ ไข่ และหอยนางรม ในข้อใดต่อไปนี้ ข้อใดที่โปรตีนไม่ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงสภาพ
- ไข่ขาวดิบ ที่คนไข่กวนไปเพื่อขจัดสารพิษ
 - เนื้อ ที่แช่ไว้ในตู้เย็นเพื่อแกงใส่บาตร
 - ไข่ ที่ทอดจนเหลืองกรอบจะปลอดภัยจากไข่หวัดนก
 - หอยนางรม บีบมะนาวเป็นอาหารโปรดของมนุษย์
28. การทดสอบโปรตีนด้วยสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตในเบส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพโปรตีน
 - เกิดการย่อยเป็นกรดอะมิโน
 - เกิดการย่อยเป็นโปรตีนสายสั้น
 - ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของโปรตีน
29. วัยใดเป็นวัยที่ต้องการสารอาหารประเภทโปรตีนสูง
- วัยรุ่น
 - วัยเด็ก
 - วัยผู้ใหญ่
 - วัยกลางคน
30. อาหารไทย ที่นิยมรับประทานกันแพร่หลายไปทั่วโลกมีหลายชนิด เช่น ต้มยำกุ้ง ผัดไทย เป็นต้น อยากทราบว่าในต้มยำกุ้งมีสารอาหารประเภทใดมากที่สุดและจากอาหารใด
- โปรตีน จากกุ้ง
 - ไขมัน จากสมุนไพร
 - คาร์โบไฮเดรต จากน้ำกะทิ
 - วิตามิน จากเครื่องปรุงรส
31. โปรตีนเป็นสารประกอบที่มีสารใดเป็นองค์ประกอบหลัก
- C-O-H
 - C-H-O-R
 - C-H-O-OH
 - C-H-O-N
32. กรดไรโบนิวคลีอิก (Ribo nucleic-RNA) หรืออาร์เอ็นเอ พบในนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม ทำหน้าที่อะไร
- สังเคราะห์โปรตีน
 - สังเคราะห์ไขมัน
 - สังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต
 - สังเคราะห์วิตามิน

33. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. RNA เป็น นิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียว
- ข. DNA ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียว
- ค. RNA ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส
- ง. DNA ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส

34. ยีนควบคุมลักษณะกรรมพันธุ์เพราะยีนควบคุม

- ก. DNA
- ข. มีเวกชันระดับโครโมโซม
- ค. ชนิดของโปรตีนที่เซลล์สร้างขึ้น
- ง. การสร้างโปรตีนในนิวเคลียส

35. ไขมันและน้ำมันเป็นสารประกอบประเภทใด

- ก. แอลกอฮอล์
- ข. อีเทอร์
- ค. กรดไขมัน
- ง. เอสเทอร์

36. ข้อใดกล่าวถึงไขมันและน้ำมันได้ถูกต้อง

- ก. ประกอบด้วยกลีเซอรอลที่มีองค์ประกอบเป็นกรดไขมัน
- ข. เป็นสารโมเลกุลใหญ่เกิดจากการรวมตัวกันของกรดไขมัน
- ค. เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์
- ง. ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวหรือพันธะคู่

37. การเหม็นหืนของไขมันและน้ำมันมีสาเหตุจากสิ่งใด

- ก. ไขมันและน้ำมันเกิดปฏิกิริยากับไฮโดรเจนในอากาศ
- ข. ไขมันและน้ำมันเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ
- ค. ไขมันและน้ำมันได้รับความกดดันสูง ๆ
- ง. ไขมันและน้ำมันมีกรดไขมันอิ่มตัวอยู่มากจึงเหม็นหืนเร็ว

38. กำหนดสมบัติบางประการของกรดไขมัน

กรดไขมัน	จุดหลอมเหลว (C)	จำนวน คาร์บอน
A	63	16
B	-1	16
C	70	18
D	-5	18

ไขมันและน้ำมันที่เกิดจากกรดไขมันตัวใดบ้างที่สามารถเกิดการเหม็นหืนง่าย

- ก. A ข. B และ D
ค. B ง. A และ C

39. น้ำมันถั่วเหลืองเป็นที่นิยมบริโภคเพราะเหตุใด

1. มีกรดไขมันไลโนเลอิกมาก ไม่เป็นไข
2. มีกรดไขมันสเตียริกมาก ไม่เหม็นหืน
3. มีกรดปาล์มิติกมาก ทำให้ใสรับประทาน
4. มีกรดโอเลอิกมาก ไม่ทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูง

- ก. 1 และ 2 ข. 1 และ 4
ค. 3 และ 4 ง. 4 และ 3

40. น้ำมันพืช + โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) →X.....สาร X คืออะไร

- ก. น้ำมันไบโอดีเซล ข. สบู่
ค. น้ำยาล้างกระจก ง. สีทาบ้าน

41. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของไขมัน

- ก. ช่วยในการสร้างวิตามินเค ข. ทำให้ผิวชุ่มชื้น
ค. เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ง. เป็นฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อน

42. ใช้สารละลายในข้อใดตรวจสอบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์

- ก. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ข. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
ค. สารละลายเบนดิกต์ ง. สารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน

43. ไขมันสัตว์แตกต่างจากไขมันพืชอย่างไร

- ก. ไขมันสัตว์มีคอเลสเตอรอลมากกว่า ข. ไขมันสัตว์มีประโยชน์น้อยกว่า
 ค. ไขมันสัตว์มีประโยชน์มากกว่า ง. ไขมันสัตว์ให้พลังงานมากกว่า

44. ข้อใดเป็นความสำคัญของสารอาหารประเภทลิพิด

- ก. เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกาย
 ข. ช่วยในการดูดซึมวิตามิน A, D, E, K เข้าสู่ร่างกาย
 ค. เป็นฉนวนป้องกันความร้อน ไม่ให้สูญเสียออกจากร่างกายโดยสะสมไว้บริเวณใต้ผิวหนัง
 ง. ถูกทุกข้อ

45. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสไขมันอยู่ในสถานะใด

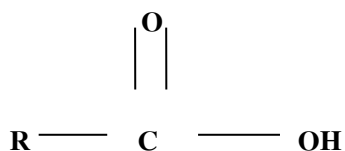
- ก. ของแข็ง ข. ของเหลว
 ค. แก๊ส ง. ของแข็งใส

46. ทุกข้อต่อไปนี้เป็นสมบัติของลิพิด ยกเว้นข้อใด

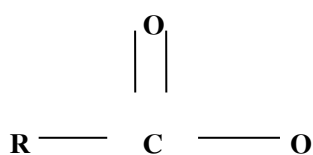
- ก. ไขมันมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ แต่มีความหนาแน่นสูงกว่าเอทานอล
 ข. ไขมันและน้ำมันไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เฮกเซน
 ค. ไขมันมีลักษณะเป็นของแข็งที่อ่อน แต่น้ำมันเป็นของเหลว
 ง. ไขมันมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำ และมีความหนาแน่นสูงกว่าเอทานอล

47. ข้อใดคือสูตรโมเลกุลทั่วไปของกรดไขมัน (Fatty acid)

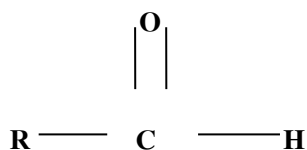
ก.



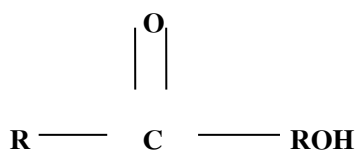
ข.



ก.



ง.



48. น้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก และน้ำมันสัตว์ชนิดต่าง ๆ เมื่อนำไป เติมสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีน ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. ปริมาณสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้หยดมีปริมาณต่างกัน
- ข. ปริมาณสารละลายทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้หยดมีปริมาณเท่ากัน
- ค. น้ำมันมะกอกใช้จำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนน้อยที่สุด
- ง. น้ำมันมะพร้าวใช้ จำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนมากที่สุด

49. จงเรียงลำดับน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวจากมากไปน้อย

1. น้ำมันมะกอก 2. น้ำมันปาล์ม 3. น้ำมันสัตว์ 4. น้ำมันมะพร้าว 5. น้ำมันถั่วเหลือง

ก. 5 1 2 4 3 ข. 4 5 2 3 1

ค. 1 5 2 3 4 ง. 1 2 5 3 4

50. จากผลการทดลองนักเรียนจะเลือกใช้น้ำมันชนิดใดในการประกอบอาหาร เพราะเหตุใด

- ก. น้ำมันสัตว์ เพราะหาง่ายและราคาถูก
- ข. น้ำมันถั่วเหลือง แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานควบคู่กันไปด้วย
- ค. น้ำมันมะพร้าว แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานควบคู่กันไปด้วย
- ง. น้ำมันมะกอก แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานควบคู่กันไปด้วย

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ง	11. ค	21. ง	31. ง	41. ก
2. ค	12. ก	22. ข	32. ก	42. ง
3. ง	13. ง	23. ค	33. ก	43. ก
4. ค	14. ก	24. ง	34. ก	44. ง
5. ง	15. ข	25. ข	35. ง	45. ข
6. ข	16. ง	26. ข	36. ค	46. ง
7. ค	17. ค	27. ข	37. ข	47. ค
8. ง	18. ข	28. ก	38. ข	48. ก
9. ข	19. ข	29. ข	39. ก	49. ค
10. ค	20. ก	30. ก	40. ข	50. ง

**แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา
เสี่ยงเตือนจากโต๊ะอาหาร**

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนใช้ประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา
โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับการประเมิน

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	4	3	2	1	0
1. การวิเคราะห์งาน					
2. การวางแผน					
3. การบูรณาการความรู้					
4. การเลือกใช้วัสดุ					
5. การทำชิ้นงาน					
6. ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน					
7. คุณค่าและประโยชน์ของชิ้นงาน					
8. ความคิดสร้างสรรค์					
9. การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์					
10. การทำงานกลุ่ม					

ลงชื่อ.....

ครูผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ระดับคะแนนและความหมาย
1. การวิเคราะห์งาน	<p>ระดับ 4 วิเคราะห์งานจากการบันทึกผลงานเพื่อนำไปสู่การสรุปผล ได้อย่างชัดเจน</p> <p>ระดับ 3 วิเคราะห์งานจากการบันทึกผลงานเพื่อนำไปสู่การสรุปผล ค่อนข้างชัดเจน</p> <p>ระดับ 2 วิเคราะห์งานจากการบันทึกผลงานเพื่อนำไปสู่การสรุปผล ไม่ค่อยชัดเจน</p> <p>ระดับ 1 วิเคราะห์งานจากการบันทึกผลงานเพื่อนำไปสู่การสรุปผล ไม่ชัดเจน</p> <p>ระดับ 0 ไม่มีการวิเคราะห์งานจากการบันทึกผลงานเพื่อนำไปสู่การสรุปผล</p>
2. การวางแผน	<p>ระดับ 4 มีการวางแผนการทำงาน กำหนดกิจกรรม แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ กำหนดระยะเวลาการทำงาน และติดตามผลการทำงานที่ชัดเจน</p> <p>ระดับ 3 มีการวางแผนการทำงาน กำหนดกิจกรรม แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ และติดตามผลการทำงานที่ชัดเจน แต่ไม่กำหนดระยะเวลาการทำงาน</p> <p>ระดับ 2 มีการวางแผนการทำงาน กำหนดกิจกรรม แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ แต่ไม่ติดตามผลการทำงาน และไม่กำหนดระยะเวลาการทำงาน</p> <p>ระดับ 1 มีการวางแผนการทำงาน กำหนดกิจกรรม ไม่มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ ไม่ติดตามผลการทำงาน และไม่กำหนดระยะเวลาการทำงาน</p> <p>ระดับ 0 ไม่มีการวางแผนการทำงาน</p>
3. การบูรณาการความรู้	<p>ระดับ 4 มีการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง</p> <p>ระดับ 3 มีการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์</p> <p>ระดับ 2 มีการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ กับอีก 2 สาขาอื่น</p> <p>ระดับ 1 มีการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ กับอีก 1 สาขาอื่น</p> <p>ระดับ 0 ไม่มีการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้</p>
4. การเลือกใช้วัสดุ	<p>ระดับ 4 ใช้วัสดุเหลือใช้ หาได้ในท้องถิ่น ราคาเหมาะสมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>ระดับ 3 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ราคาเหมาะสม และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>ระดับ 2 ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ราคาเหมาะสม และไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>ระดับ 1 วัสดุที่ใช้มีอยู่ทั่วไป ราคาเหมาะสม และไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p> <p>ระดับ 0 วัสดุที่ใช้มีอยู่ทั่วไป ราคาไม่เหมาะสม และไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</p>

รายการประเมิน	ระดับคะแนนและความหมาย
5. การทำชิ้นงาน	<p>ระดับ 4 ชิ้นงานสามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ นำไปสร้างประโยชน์ให้กับตนเอง และสังคม</p> <p>ระดับ 3 ชิ้นงานสามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ นำไปสร้างประโยชน์ให้กับตนเอง</p> <p>ระดับ 2 ชิ้นงานสามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ นำไปสร้างประโยชน์ให้กับตนเอง</p> <p>ระดับ 1 ชิ้นงานสามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่สามารถนำไปสร้างประโยชน์ได้</p> <p>ระดับ 0 ชิ้นงานไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงตามวัตถุประสงค์</p>
6. ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน	<p>ระดับ 4 รูปแบบชิ้นงานถูกต้องตามที่กำหนด แปลกใหม่น่าสนใจ มีขนาดเหมาะสม สีสันสวยงาม สัมพันธ์กับเนื้อหา</p> <p>ระดับ 3 รูปแบบ แปลกใหม่น่าสนใจ มีขนาดเหมาะสม สีสันสวยงาม สัมพันธ์กับเนื้อหา</p> <p>ระดับ 2 มีขนาดเหมาะสม สีสันสวยงาม สัมพันธ์กับเนื้อหา</p> <p>ระดับ 1 สีสันสวยงาม สัมพันธ์กับเนื้อหา</p> <p>ระดับ 0 สัมพันธ์กับเนื้อหา</p>
7. คุณค่าและประโยชน์ของชิ้นงาน	<p>ระดับ 4 ชิ้นงานนำไปใช้ให้เกิดในชีวิตประจำวันต่อตนเอง ครอบครัว โรงเรียนและสังคม</p> <p>ระดับ 3 ชิ้นงานนำไปใช้ให้เกิดในชีวิตประจำวันต่อตนเอง ครอบครัว และ โรงเรียน</p> <p>ระดับ 2 ชิ้นงานนำไปใช้ให้เกิดในชีวิตประจำวันต่อตนเอง และครอบครัว</p> <p>ระดับ 1 ชิ้นงานนำไปใช้ให้เกิดในชีวิตประจำวันต่อตนเอง</p> <p>ระดับ 0 ไม่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้</p>
8. ความคิดสร้างสรรค์	<p>ระดับ 4 คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม คัดแปลง ประยุกต์และสามารถนำไปใช้ได้ อย่างถูกต้อง</p> <p>ระดับ 3 คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม คัดแปลง ไม่สามารถนำไปใช้ได้</p> <p>ระดับ 2 คิดแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิมไม่มีแนวทางในการนำไปใช้</p> <p>ระดับ 1 คิดตามแบบ ไม่มีแนวทางในการนำไปใช้</p> <p>ระดับ 0 คิดตามแบบ หรือลอกเลียนแบบที่มีอยู่แล้ว</p>
9. การนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์	<p>ระดับ 4 มีการนำเสนอด้วยวิธีการที่น่าสนใจ ใช้สื่อหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม</p> <p>ระดับ 3 มีการนำเสนอด้วยวิธีการที่น่าสนใจ ใช้สื่อที่เหมาะสม</p> <p>ระดับ 2 มีการนำเสนอด้วยวิธีการใช้สื่อที่เหมาะสม</p> <p>ระดับ 1 มีการนำเสนอด้วยวิธีการไม่น่าสนใจ</p> <p>ระดับ 0 นำเสนอผลงานไม่ได้</p>

รายการประเมิน	ระดับคะแนนและความหมาย
10. การทำงานกลุ่ม	<p>ระดับ 4 มีประธาน เลขานุการ ผู้นำเสนอ ผู้ร่วมงาน ทุกคนมีหน้าที่และความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง</p> <p>ระดับ 3 ขาดองค์ประกอบ 1 อย่าง มีผู้มีหน้าที่ แต่ไม่รับผิดชอบ 1 คน</p> <p>ระดับ 2 ขาดองค์ประกอบ 2 อย่าง มีผู้มีหน้าที่ แต่ไม่รับผิดชอบ 2 คน</p> <p>ระดับ 1 ขาดองค์ประกอบ 3 อย่าง มีผู้มีหน้าที่ แต่ไม่รับผิดชอบ 3 คน</p> <p>ระดับ 0 ขาดองค์ประกอบ 3 อย่างขึ้นไป มีผู้มีหน้าที่ แต่ไม่รับผิดชอบ 4 คนขึ้นไป</p>

**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้
สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร**

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจหลังได้รับการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ส่วนที่ 1 เรื่อง ความมหัสจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การทดสอบก่อนเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้เดิม					
2. ระดับความพึงพอใจเนื้อหาที่เรียนเรื่อง ความมหัสจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต					
3. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)					
3.1 กิจกรรม แข่งโดว์ง่ายนิดเดียว ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียนได้เป็นอย่างดี					
3.2 สื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นที่พึงพอใจของนักเรียนและสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน					
4. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)					
4.1 กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้เพิ่มมากขึ้น					
5. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)					
5.1 การนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ และสรุปผลการทดลอง					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
6. ขยายความรู้ (Elaboration)					
6.1 นักเรียนคิดว่าใบความรู้เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง คาร์โบไฮเดรต เพิ่มขึ้น					
6.2 กิจกรรมสรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) ช่วยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียน ได้ดียิ่งขึ้น					
6.3 กิจกรรม โต๊ะอาหารพูดได้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมกลุ่ม และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
6.4 การทำป้ายข้อความ ช่วยให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์					
7. การทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนทราบระดับความรู้หลังการเรียนเรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต					
8. ชั้นประเมิน (Evaluation)					
8.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลในแต่ละกิจกรรม					
8.2 การประเมินผลของครูสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ส่วนที่ 2 เรื่อง โพรตีนและกรดนิวคลีอิก

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การทดสอบก่อนเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้เดิม					
2. ระดับความพึงพอใจเนื้อหาที่เรียนเรื่อง โพรตีนและกรดนิวคลีอิก					
3. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)					
3.1 กิจกรรม ไข่เหินเวหา ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียนได้เป็นอย่างดี					
3.2 สื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นที่พึงพอใจของนักเรียนและสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน					
4. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)					
4.1 กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีน เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้เพิ่มมากขึ้น					
5. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)					
5.1 การนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ และสรุปผลการทดลอง					
6. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)					
6.1 นักเรียนคิดว่าใบความรู้เรื่อง โพรตีนและกรดนิวคลีอิก มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง โพรตีนและกรดนิวคลีอิกเพิ่มขึ้น					
6.2 กิจกรรมสรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) ช่วยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น					
6.3 กิจกรรม เค้าหุ้มนมสด สูตรเด็ด! ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมกลุ่ม และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
6.4 การทำเค้าหุ้มนมสด สูตรเด็ด! ช่วยให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์					
7. การทดสอบหลังเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้หลังการเรียนเรื่อง โพรตีนและกรดนิวคลีอิก					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. ชั้นประเมิน (Evaluation)					
8.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลในแต่ละกิจกรรม					
8.2 การประเมินผลของครูสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 เรื่อง อยู่กับลึบคิดให้ชีวิตมีความสุข

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การทดสอบก่อนเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้เดิม					
2. ระดับความพึงพอใจเนื้อหาที่เรียนเรื่อง อยู่กับลึบคิดให้ชีวิตมีความสุข					
3. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)					
3.1 กิจกรรม กระดาษทอไข่ ช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นต่อการเรียน ได้เป็นอย่างดี					
3.2 สื่อที่ครูใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นที่พึงพอใจของนักเรียนและสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน					
4. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)					
4.1 กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบไขมัน เปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้เพิ่มมากขึ้น					
5. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)					
5.1 การนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ และสรุปผลการทดลอง					
6. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)					
6.1 นักเรียนคิดว่าใบความรู้เรื่อง อยู่กับลึบคิดให้ชีวิตมีความสุข มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง ลึบคิดเพิ่มขึ้น					
6.2 กิจกรรมสรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping) ช่วยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้จากเรื่องที่เรียน ได้ดียิ่งขึ้น					
6.3 กิจกรรม ปล่อยให้ไขมันลอยนวล ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมกลุ่ม และกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
6.4 การทำบ่อดักไขมันอย่างง่าย ช่วยให้นักเรียนเพิ่มข้อมูลความรู้ด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์					
6.5 กิจกรรมตกผลึกความคิด “EM Ball ช่วยคลองบางมด” ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้					
7. การทดสอบหลังเรียนช่วยทำให้นักเรียนทราบระดับความรู้หลังการเรียนเรื่อง อยู่กับลึบคิดให้ชีวิตมีความสุข					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. ชั้นประเมิน (Evaluation)					
8.1 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลในแต่ละกิจกรรม					
8.2 การประเมินผลของครูสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ บทเรียน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 23 ความเหมาะสมของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้
 สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาจากค่า
 ความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	ประเด็นกาประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.	หลักการ								
1.1	เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นเพื่อใช้ สำหรับการจัดประสบการณ์การ เรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนนำความรู้ และทักษะที่ได้จากการเรียนแต่ ละส่วนมาเชื่อมโยง สัมพันธ์กัน ในรูปแบบการบูรณาการและ การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมี ความสามารถในการเรียนรู้ ฝึก ทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้ จากประสบการณ์จริง ฝึก ปฏิบัติจริง โดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะ เต็มศึกษา	5	5	5	3	4	4.40	0.89	เหมาะสม มากที่สุด
1.2	เป็นหลักสูตรที่พัฒนาโดยใช้ กระบวนการจัดการความรู้ โดย การรวบรวมความรู้จาก ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ การพัฒนาหลักสูตรมาทำ การสังเคราะห์ เพื่อสร้างเป็น องค์ความรู้ใหม่	5	5	5	4	5	4.80	0.44	เหมาะสม มากที่สุด
1.3	เป็นหลักสูตรที่ครอบคลุม เนื้อหาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล ได้แก่ 1) คาร์โบไฮเดรต 2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ 3) ลิพิด	5	5	5	4	5	4.80	0.44	เหมาะสม มากที่สุด

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.4	เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน	4	5	5	3	4	4.20	0.83	เหมาะสมมาก
1.5	เป็นหลักสูตรที่ใช้กระบวนการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง	5	5	5	4	5	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
2.	จุดมุ่งหมาย								
2.1	เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองและอธิบาย เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลโดยผ่านประสบการณ์ตรงอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงมวลความรู้ และประสบการณ์นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	5	5	5	4	5	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2.2	เพื่อให้ นักเรียนสร้างชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานในทางสร้างสรรค์	5	5	5	4	5	4.80	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
2.3	เพื่อให้ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
2.4	เพื่อให้ นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ	5	4	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
3.	โครงสร้าง เนื้อหา และเวลาเรียน								
3.1	महत्त्वของคาร์โบไฮเดรต	4	5	5	3	4	4.20	0.83	เหมาะสมมาก
3.2	โปรตีนและกรดนิวคลีอิก	5	5	3	4	4	4.20	0.83	เหมาะสมมาก
3.3	อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข	4	4	5	3	5	4.20	0.83	เหมาะสมมาก
4.	ตัวชี้วัด								
4.1	ตัวชี้วัดตามหลักสูตร	4	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสมมาก
4.2	ตัวชี้วัดเพิ่มเติม	4	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	SD	ความหมาย
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3	4	5			
5.	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
5.1	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	5	5	5	3	4	4.40	0.89	เหมาะสม มาก
5.2	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	4	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด
5.3	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	5	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด
5.4	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	5	4	5	5	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด
5.5	ขั้นประเมินผล (Evaluation)	4	5	5	5	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด
6.	สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
6.1	สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	5	5	5	3	4	4.40	0.89	เหมาะสม มาก
6.2	สื่อช่วยให้กิจกรรมการจัดการ เรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมาย	5	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด
7.	การวัดและประเมินผล								
7.1	สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร	5	5	5	3	4	4.40	0.89	เหมาะสม มาก
7.2	วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา	5	5	5	4	5	4.60	0.54	เหมาะสม มากที่สุด

จากตารางแสดงความเหมาะสมของหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วย
การเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบด้าน
ทุกด้านเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
น้อยกว่า 1.00

ตารางที่ 24 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 80 ข้อ โดยพิจารณา
จากค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล
1	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	26	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	27	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
3	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	28	0	1	0	0	1	0.4	ตัดออก
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	29	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
5	1	-1	0	0	1	0.2	ตัดออก	30	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้	31	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	32	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	33	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
9	1	-1	0	0	1	0.2	ตัดออก	34	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
10	1	0	0	1	1	0.6	ใช้ได้	35	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	36	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้
12	1	0	0	1	1	0.6	ใช้ได้	37	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
13	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	38	0	-1	0	1	1	0.2	ตัดออก
14	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	39	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
15	1	-1	-1	1	1	0.2	ตัดออก	40	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
16	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้	41	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	42	-1	1	0	1	1	0.4	ตัดออก
18	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	43	1	0	0	0	1	0.4	ตัดออก
19	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	44	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	45	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
21	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	46	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
22	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	47	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	48	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
24	0	0	0	1	1	0.4	ตัดออก	49	1	1	1	0	0	0.6	ใช้ได้
25	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	50	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล	ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล
51	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	66	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
52	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้	67	1	-1	1	0	1	0.4	ตัดออก
53	1	-1	0	1	1	0.8	ตัดออก	68	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	69	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	70	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
56	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้	71	1	1	1	0	1	0.8	ใช้ได้
57	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	72	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	73	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
59	1	-1	0	0	1	0.2	ตัดออก	74	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
60	1	0	0	1	1	0.6	ใช้ได้	75	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
61	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้	76	1	0	0	0	1	0.4	ตัดออก
62	1	0	0	1	1	0.6	ใช้ได้	77	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
63	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้	78	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
64	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้	79	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
65	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้	80	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคัดเลือกข้อที่มีค่า
ดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00 จำนวน 68 ข้อ

ตารางที่ 25 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
จำนวน 68 ข้อ และคัดเลือกจำนวน 50 ข้อที่มีคุณภาพไปใช้ในงานวิจัย

ข้อ	ค่า (p)	ค่า (r)	แปลผล	ข้อ	ค่า (p)	ค่า (r)	แปลผล
1	0.47	0.39	ใช้ได้	29	0.17	0.22	ตัดออก
2	0.75	0.17	ตัดออก	30	0.33	0.44	ใช้ได้
3	0.61	0.44	ใช้ได้	31	0.72	0.44	ใช้ได้
4	0.39	0.56	ใช้ได้	32	0.50	0.44	ใช้ได้
5	0.58	0.39	ใช้ได้	33	0.61	0.33	ใช้ได้
6	0.19	0.28	ตัดออก	34	0.75	0.39	ใช้ได้
7	0.75	0.39	ใช้ได้	35	0.44	0.44	ใช้ได้
8	0.36	0.50	ใช้ได้	36	0.53	0.28	ใช้ได้
9	0.25	0.17	ตัดออก	37	0.33	0.11	ตัดออก
10	0.56	0.44	ใช้ได้	38	0.69	0.28	ใช้ได้
11	0.44	0.44	ใช้ได้	39	0.44	0.33	ใช้ได้
12	0.78	0.44	ใช้ได้	40	0.56	0.33	ใช้ได้
13	0.36	0.50	ใช้ได้	41	0.28	0.22	ใช้ได้
14	0.19	0.17	ตัดออก	42	0.64	0.06	ตัดออก
15	0.72	0.22	ใช้ได้	43	0.44	0.33	ใช้ได้
16	0.33	0.22	ใช้ได้	44	0.64	0.28	ใช้ได้
17	0.64	0.39	ใช้ได้	45	0.36	0.17	ตัดออก
18	0.19	0.39	ตัดออก	46	0.72	0.22	ใช้ได้
19	0.33	0.22	ใช้ได้	47	0.47	0.50	ใช้ได้
20	0.83	0.22	ตัดออก	48	0.86	0.17	ตัดออก
21	0.69	0.39	ใช้ได้	49	0.58	0.28	ใช้ได้
22	0.42	0.50	ใช้ได้	50	0.39	0.22	ใช้ได้
23	0.83	0.22	ตัดออก	51	0.61	0.67	ใช้ได้
24	0.64	0.28	ใช้ได้	52	0.83	0.33	ตัดออก
25	0.67	0.33	ใช้ได้	53	0.42	0.28	ใช้ได้
26	0.64	0.39	ใช้ได้	54	0.58	0.06	ตัดออก
27	0.58	0.39	ใช้ได้	55	0.56	0.44	ใช้ได้
28	0.19	0.17	ตัดออก	56	0.36	0.28	ใช้ได้

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ	ค่า (p)	ค่า (r)	แปลผล	ข้อ	ค่า (p)	ค่า (r)	แปลผล
57	0.67	0.44	ใช้ได้	63	0.44	0.22	ใช้ได้
58	0.19	0.17	ตัดออก	64	0.83	0.11	ตัดออก
59	0.42	0.28	ใช้ได้	65	0.72	0.22	ใช้ได้
60	0.17	0.33	ตัดออก	66	0.56	0.56	ใช้ได้
61	0.69	0.39	ใช้ได้	67	0.58	0.28	ใช้ได้
62	0.64	0.61	ใช้ได้	68	0.50	0.33	ใช้ได้

ตารางแสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่า ค่าความยากง่ายที่เลือกอยู่ระหว่าง .28 -.78 และค่าอำนาจจำแนกที่เลือกอยู่ระหว่าง .22-.67

ตารางที่ 26 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 ข้อ โดยพิจารณาจากค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางความเที่ยงตรงของแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .80-1.00 จำนวน 10 ข้อ

ตารางที่ 27 ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยพิจารณา
จากค่าความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	IOC	แปลผล
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3							
3.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3.2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4							
4.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5							
5.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6							
6.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6.2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6.3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6.4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7							
7.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8							
8.1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8.2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ข้อที่
มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง .60-1.00

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

- การคัดเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- ความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

การคัดเลือกห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

Descriptives

score

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					4/ 1	42		
4/ 2	30	18.87	3.884	.709	17.42	20.32	12	26
4/ 3	29	18.90	4.507	.837	17.18	20.61	12	26
Total	101	19.21	4.189	.417	18.38	20.03	12	26

จากตาราง คะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่า ห้อง 4/ 1 มีค่าเฉลี่ย 19.67 คะแนน ห้อง 4/ 2 มีค่าเฉลี่ย 18.87 คะแนน ห้อง 4/ 3 มีค่าเฉลี่ย 18.90 คะแนน

ANOVA

score

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
Between Groups	15.144	2	7.572	.427	.654
Within Groups	1739.490	98	17.750		
Total	1754.634	100			

การเปรียบเทียบคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จากตาราง พบว่า นักเรียนทั้ง 3 ห้อง มีคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ($F = 0.427, p = 0.654$)

ตารางที่ 28 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	23	33	22	28	48
2	27	42	23	21	39
3	30	45	24	27	46
4	20	26	25	16	29
5	29	43	26	26	40
6	25	41	27	25	44
7	27	41	28	27	40
8	27	39	29	29	45
9	28	40	30	27	45
10	29	44	31	25	43
11	28	43	32	26	40
12	21	34	33	24	38
13	19	28	34	28	47
14	27	40	35	28	46
15	26	47	36	27	42
16	25	41	37	24	43
17	25	39	38	29	46
18	14	25	39	24	40
19	24	38	40	25	48
20	26	44	41	27	39
21	27	43	42	26	40

T-Test**Paired Samples Statistics**

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre	25.3810	42	3.40697	.52571
	post	40.5714	42	5.59243	.86293

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & post	42	.837	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pre- post	-1.51905E1	3.31470	.51147	-16.22341	-14.15754	-29.700	41	.000

ตารางที่ 29 คะแนนความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เลขที่	คะแนน	เลขที่	คะแนน
1	145	22	146
2	141	23	135
3	139	24	138
4	138	25	138
5	141	26	135
6	138	27	145
7	139	28	138
8	146	29	145
9	139	30	139
10	135	31	146
11	141	32	141
12	139	33	138
13	135	34	141
14	146	35	139
15	135	36	146
16	139	37	145
17	145	38	145
18	146	39	139
19	141	40	135
20	139	41	139
21	139	42	139

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
score	42	1.4043E2	3.66355	.56530

One-Sample Test

	Test Value = 120					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
score	36.138	41	.000	20.42857	19.2869	21.5702

ตารางที่ ความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ส่วนที่ 1 เรื่อง ความมหัสจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

Frequencies

Statistics

	N		Mean	Std. Deviation
	Valid	Missing		
VAR00001	42	0	4.3095	.46790
VAR00002	42	0	4.3810	.49151
VAR00003	42	0	4.3810	.49151
VAR00004	42	0	4.2857	.45723
VAR00005	42	0	4.4286	.50087
VAR00006	42	0	4.4286	.50087
VAR00007	42	0	4.2857	.45723
VAR00008	42	0	4.4048	.49680

VAR00009	42	0	4.5238	.50549
VAR00010	42	0	4.4524	.50376
VAR00011	42	0	4.3333	.47712
VAR00012	42	0	4.4286	.50087
VAR00013	42	0	4.3095	.46790
total	42	0	4.3810	.13045

ส่วนที่ 2 เรื่อง โปรตีนและกรดนิวคลีอิก

Frequencies

Statistics

	N		Mean	Std. Deviation
	Valid	Missing		
VAR00001	42	0	4.3333	.47712
VAR00002	42	0	4.3810	.49151
VAR00003	42	0	4.4524	.50376
VAR00004	42	0	4.3571	.48497
VAR00005	42	0	4.4524	.50376
VAR00006	42	0	4.5000	.50606
VAR00007	42	0	4.3095	.46790
VAR00008	42	0	4.4286	.50087
VAR00009	42	0	4.5714	.50087
VAR00010	42	0	4.5476	.50376
VAR00011	42	0	4.4762	.50549
VAR00012	42	0	4.4524	.50376
VAR00013	42	0	4.3095	.46790
total	42	0	4.4286	.13712

ส่วนที่ 3 เรื่อง อยู่กับลิปดาให้ชีวิตมีความสุข

Frequencies

	N		Mean	Std. Deviation
	Valid	Missing		
VAR00001	42	0	4.3333	.47712
VAR00002	42	0	4.3810	.49151
VAR00003	42	0	4.5476	.50376
VAR00004	42	0	4.5238	.50549
VAR00005	42	0	4.5714	.50087
VAR00006	42	0	4.5952	.49680
VAR00007	42	0	4.4286	.50087
VAR00008	42	0	4.4762	.50549
VAR00009	42	0	4.6429	.48497
VAR00010	42	0	4.5714	.50087
VAR00011	42	0	4.4762	.50549
VAR00012	42	0	4.4762	.50549
VAR00013	42	0	4.3095	.46790
total	42	0	4.4872	.12789

ภาคผนวก จ

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน แผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบ

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัย

นายอักรเดช จำนงค์ธรรม

หลักสูตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำคู่มือฉบับนี้ ตามหลักสูตรการศึกษาฉบับนี้
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2560

คำชี้แจง

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร พัฒนาขึ้นเพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย

องค์ประกอบของหลักสูตรประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน ตัวชี้วัด กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล

การใช้หลักสูตรมีข้อควรทราบ ดังนี้

1. ลักษณะของหลักสูตรเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

2. หลักสูตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง คือ มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และอยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตร รวม 14 ชั่วโมง เรียน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

3. หลักสูตรนี้ควรใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

ผู้วิจัยหวังว่า หลักสูตรนี้ จะเป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ให้เป็นทรัพยากรที่มีความรู้ ความสามารถ นำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม สามารถพัฒนาประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรืองต่อไป

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
ส่วนที่ 1 รายละเอียดของหลักสูตร	
สภาพปัญหาและความจำเป็น	
หลักการของหลักสูตร	
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	
โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน	
ตัวชี้วัด	
กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	
สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	
การวัดผลและประเมินผล	
ส่วนที่ 2 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โปรงดินและกรดนิวคลีอิก	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข	
บรรณานุกรม	

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล
โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
สภาพปัญหาและความจำเป็น

สภาพการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับนานาชาติ พบว่านักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยพิจารณาผลการทดสอบ PISA 2015 พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 421 คะแนน การอ่าน 409 คะแนน และคณิตศาสตร์ 415 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติทุกวิชา และเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2012 ด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

นอกจากผลการประเมินผลการเรียนระดับนานาชาติดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนที่ต่ำ โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (Ordinary National Education Test หรือ O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2557-2559 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ 32.54 % 33.40 % และ 34.99 % ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2559)

ซึ่งผลการประเมินดังกล่าวถือว่าอยู่ในระดับน้อย แสดงว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทยยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ และเมื่อพิจารณาผลเฉลี่ยคะแนน O-NET ปีการศึกษา 2559 ทั้ง 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คือ ภาษาไทย สังคมศึกษาฯ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับประเทศทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ โรงเรียนที่ได้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นเมื่อเทียบกับปี 2558 จำนวน 1 โรงเรียน จากทั้งหมด 9 โรงเรียน จะเห็นได้ว่ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจในกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนานักเรียนให้มีกระบวนการคิดและทำงานอย่างเป็นระบบโดยเน้นความเป็นเหตุ เป็นผล คะแนนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าระดับประเทศ คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับกรุงเทพมหานคร 27.71% ระดับประเทศ 31.62% (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวมา ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร กล่าวคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสถานศึกษายังไม่

อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชาติและระดับนานาชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ประกอบกับปัญหาและความต้องการของท้องถิ่นที่มีคุณลักษณะเฉพาะ ทางด้านการบริหารจัดการด้านการศึกษา ทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเมื่อพิจารณา ผลเฉลี่ยคะแนน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558-2559 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 28.97 (SD 6.61) และ 27.71 (SD 6.07) ตามลำดับ (กลุ่มงานประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

และเมื่อพิจารณาผลเฉลี่ยคะแนน O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558-2559 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีคะแนนวิชา วิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 28.97 (SD 6.61) และ 27.71 (SD 6.07) ตามลำดับ (กลุ่มงานประเมินผล การจัดการศึกษา สำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร, 2559)

จากการศึกษาคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวงทุกสาระการเรียนรู้ ในปีการศึกษา 2558-2559 พบว่า สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ซึ่งเป็นสาระเกี่ยวกับวิชาเคมีอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ที่สุด และมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับจังหวัด และระดับประเทศ

จากรายงานผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนนาหลวง พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีพื้นฐาน ปีการศึกษา 2558 และ 2559 เป็น 2.47 และ 2.60 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน โดยกำหนดไว้ที่ 2.80 หรือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป อีกทั้งจากสังเกต และประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในชั่วโมงสอนวิชาเคมีพื้นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการค่อนข้างต่ำ (กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนนา หลวง, 2559)

เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นควรที่จะพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการพัฒนาหลักสูตร มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดทิศทางการจัดการศึกษาให้แตกต่างไปจากเดิมเพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีการ หรือกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ที่ได้เรียนรู้นั้น ไปประยุกต์ใช้ให้เกิด ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เห็นความสำคัญและประโยชน์ของสิ่ง ที่เรียน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีผล ทำให้ได้คะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) สูงขึ้นด้วย

การจัดการความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นการเรียน ปฏิบัติการ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ และเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการจัดการ เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องด้วยเป็นรูปแบบที่เน้นพัฒนากระบวนการเรียนรู้แก่ผู้เรียน สอนให้ ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สืบสวน สอบสวนเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้เด็กเรียนบรรลุเป้าหมาย ดังนั้นครูจึงต้องมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้เพื่อมุ่งเน้นให้ นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนรู้ และค้นพบตัวเองมากที่สุด นักเรียนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้มีความ สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียน มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ มีความมุ่งมั่น และ มีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของความ สามารถตัดสินใจในการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารข้อมูลสิ่งที่ค้นพบจาก การเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2551) การจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ การทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้าง ประสบการณ์ของตัวผู้เรียนเองนั้น จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียน เกิดความอยากรู้อยากเห็น สร้างสรรค์ สร้างคำถามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบาย พยากรณ์ และควบคุมโลก (วรัญญา จิระวิบูลวรรณ, 2544 อ้างถึงในนันทรินทร์ บือชา, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้สามารถนำเอาความรู้ ทักษะ และ ประสบการณ์จาก การเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบ อาชีพในอนาคต (สุพรรณ ชาญประเสริฐ, 2557) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถ สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียน การสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่การเรียนเนื้อหาเพื่อการท่องจำ แต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญใน การลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ว่ามีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถตอบสนองต่อ วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กำลังได้รับความ สนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นคำย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิตหรือการประกอบ

อาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในชั้นเรียนกับบริบทโลกแห่งความเป็นจริง เกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดร.พรพรรณ ไททยานุสร ผู้อำนวยการ สสวท. เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่า “...แนวคิดในเรื่องสะเต็มศึกษานั้น เป็นกระบวนการเชิงระบบแบบวิทยาศาสตร์ ที่นำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงาน จากการค้นพบ การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ซึ่งสามารถเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียน โดยนำสิ่งที่เรียนรู้ในระบบโรงเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพได้...” (สสวท, 2556) นอกจากนี้ การจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ สะเต็มศึกษา ยังเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติทั้ง 4 วิชานี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะ การคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยการศึกษาแนวทางการพัฒนาหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญที่ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์และคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการพัฒนาหลักสูตรมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการจัดการศึกษา โดยหลักสูตรถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการศึกษา เพราะเป็นโครงสร้างกำหนดกรอบแนวทางการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต รวมทั้งเป็นแนวทางในการให้การศึกษานี้ให้วิชาความรู้ การถ่ายทอดวัฒนธรรม การปลูกฝังเจตคติและค่านิยม การสร้างความเจริญเติบโต ความสมบูรณ์ทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการพัฒนานักเรียนในทุก ๆ ด้าน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาไปในทิศทางที่สอดคล้องกับความมุ่งหมายทางการศึกษาที่กำหนด

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเป็นการเฉพาะ มีรายละเอียดดังนี้

1. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นเพื่อใช้สำหรับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนแต่ละส่วนมาเชื่อมโยง สัมพันธ์กันในรูปแบบการบูรณาการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิด เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติจริง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2. เป็นหลักสูตรที่พัฒนาโดยใช้กระบวนการจัดการความรู้ โดยการรวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรมาทำการสังเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

3. เป็นหลักสูตรที่ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล ได้แก่ 1) คาร์โบไฮเดรต 2) โปรตีนและกรดนิวคลีอิก และ 3) ลิพิด

4. เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือคิด ปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน

5. เป็นหลักสูตรที่ใช้กระบวนการวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ มีจุดมุ่งหมายของหลักสูตรดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองและอธิบาย เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลโดยผ่านประสบการณ์ตรงอย่างมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงมวลความรู้ และประสบการณ์นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. เพื่อให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างชิ้นงานในทางสร้างสรรค์

3. เพื่อให้ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานในรูปแบบสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อให้ นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ

โครงสร้างเนื้อหาและเวลาเรียน

หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร แบ่งโครงสร้างหลักสูตร โดยกำหนดเรื่องที่ใช้ในจัดประสบการณ์การเรียนรู้ จำนวน 3 เรื่อง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง/ เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
สารชีวโมเลกุล	มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต - มอนอแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว) - ไดแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลโมเลกุลคู่) - พอลิแซ็กคาไรด์	4
	โปรตีนและกรดนิวคลีอิก - องค์ประกอบและ โครงสร้างของโปรตีน - โปรตีนในร่างกาย - หน้าที่และความสำคัญของกรดนิวคลีอิก - ความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA	5
	อยู่กับลิปิดให้ชีวิตมีความสุข - องค์ประกอบและ โครงสร้างของน้ำมันและไขมัน - ปฏิกริยาบางชนิดของน้ำมันและไขมัน - ประโยชน์และโทษของน้ำมันและไขมัน - คอเลสเตอรอล	5
	รวม	14

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดตามหลักสูตร

เมื่อผู้เรียนผ่านกระบวนการการเรียนรู้ในหลักสูตร ผู้เรียนควรมีความรู้ความสามารถดังต่อไปนี้

1. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยา บางชนิดของคาร์โบไฮเดรต
2. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก
3. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

ตัวชี้วัดเพิ่มเติม

1. สร้างชิ้นงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้เรื่องคาร์โบไฮเดรต
2. สร้างชิ้นงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้เรื่องโปรตีนและกรดนิวคลีอิก
3. สร้างชิ้นงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้เรื่องไขมันและน้ำมัน

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย จึงกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็น 5 ชั้น มีรายละเอียดดังนี้

1. ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ หรืออาจจะใช้การทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานขององค์ความรู้ใหม่ ออกมา ว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมอะไรบ้างแล้ว เพื่อที่จะนำมาเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่ โดยครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม และหาแนวทางที่จะตอบคำถามนั้นให้ได้ กิจกรรมที่นำมาใช้ในขั้นนี้คือ “กิจกรรมชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน”

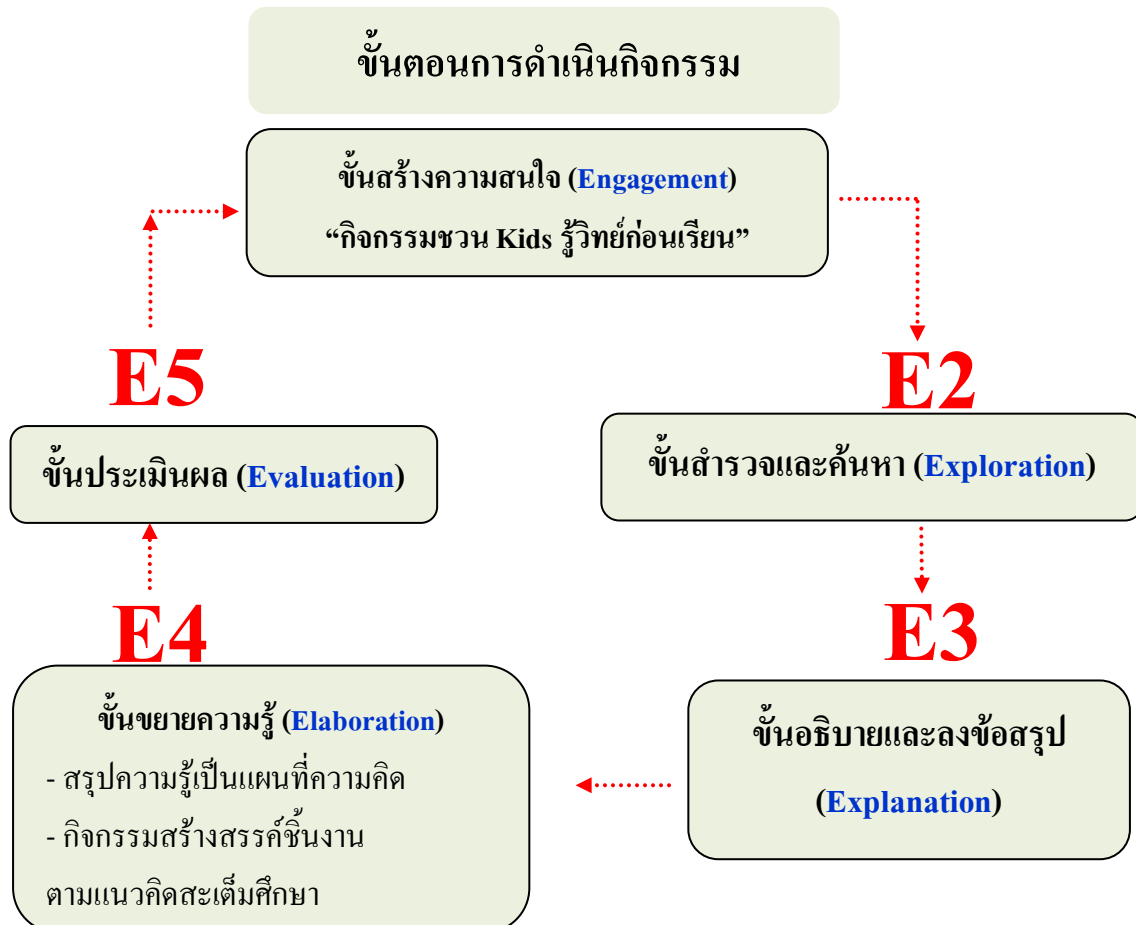
2. ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกเป็นไป ได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม บันทึกผลที่เกิดจากการรวบรวมข้อมูล หรือทดลองไว้ในตารางที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้เชื่อมโยงกับข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำผลการทดลองที่บันทึกไว้ที่เพียงพอแล้วมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และการนำเสนอผลด้วยการอธิบาย (สื่อสาร) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ หรือให้ครูผู้สอนได้รับฟัง ในการอธิบายและลงข้อสรุปนั้น ผู้ทดลองควรจะนำผลการทดลองไปตรวจสอบกับคำตอบที่เราได้คาดคะเน (สมมติฐาน) ไว้ในเบื้องต้นว่าสอดคล้องกับที่ตั้งไว้หรือไม่สอดคล้อง

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ในเรื่องที่เราสำรวจตรวจสอบหรือทดลองไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เราเรียนรู้มาแล้ว หรือนำไปขยายความรู้ด้วยการสืบค้นเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือ ตำรา อินเทอร์เน็ต หรือนำไปสร้างเป็นผลงานชิ้นงาน หรือโครงงาน วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้ศึกษามีความรู้เพิ่มเติมหรือมีความรู้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น กิจกรรมที่นำมาใช้ในขั้นนี้คือ

1. สรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping)
2. กิจกรรมสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด



สื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม “กิจกรรมชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน”
2. แบบทดสอบก่อนเรียนของแต่ละเรื่อง
3. ใบกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละเรื่อง
4. ใบความรู้ของแต่ละเรื่อง
5. แบบทดสอบหลังเรียนเรียนของแต่ละเรื่อง
6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์
พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการ
ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์
พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการ
ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร
8. คอมพิวเตอร์ พร้อมต่ออินเทอร์เน็ต (Internet)
9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าตามกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม
10. เอกสาร ตำรา หนังสือเรียน
11. แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น

การวัดและประเมินผล

เพื่อที่จะทราบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือไม่เพียงใด จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียน ต้องสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน

การวัดและประเมินผลในหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ได้กำหนดวิธีการ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินก่อนเรียน เป็นการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีมาก่อนเรียน

2. การประเมินระหว่างเรียน เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน โดยใช้

- 2.1 ทดสอบก่อนและหลังเรียนของแต่ละเรื่อง
- 2.2 สังเกตการณ์ปฏิบัติการทดลองในแต่ละกิจกรรม
- 2.3 ตรวจชิ้นงานนวัตกรรมของนักเรียน

การประเมินจะใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. การประเมินหลังเรียน

3.1 ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียนหลังเรียน

3.2 วัดความพึงพอใจต่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล เพื่อนำผลการประเมินไปใช้เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพของการจัดการเรียนการสอน

ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้สารชีวโมเลกุล

ประกอบการวิจัยเรื่อง

การพัฒนาการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้
สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัย

นายอัครเดช จำนงค์ธรรม

แผนการจัดการเรียนรู้นี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำคู่มือฉบับนี้ ตามหลักสูตรการศึกษา

คุณวุฒิบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2560

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ สารชีวโมเลกุล

เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

เวลา 4 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

- ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยา บางชนิดของคาร์โบไฮเดรต
- สร้างชิ้นงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้เรื่องคาร์โบไฮเดรต

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายองค์ประกอบและประเภทของคาร์โบไฮเดรตพร้อมทั้งยกตัวอย่างได้
2. บอกประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตบางชนิดที่มีต่อร่างกายได้
3. ทำการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติของคาร์โบไฮเดรตประเภทต่าง ๆ ได้
4. สามารถนำความรู้เกี่ยวกับเรื่องคาร์โบไฮเดรตสร้างชิ้นงานนวัตกรรมได้

สาระสำคัญ

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน มีโครงสร้างเป็นพอลิไฮดรอกซีอัลดีไฮด์ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ มอโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งสามารถทดสอบมอโนแซ็กคาไรด์ โดยใช้เบนเนดิกต์ จะให้ผลเป็นตะกอนสีแดงอิฐ และพอลิแซ็กคาไรด์ประเภทแป้งจะทดสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน ให้ผลเป็นตะกอนสีน้ำเงินเข้ม

สาระการเรียนรู้

คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย มีมากในพืช เป็นแหล่งพลังงานและเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์

คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเดี่ยวเรียกว่ามโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide)

1. เป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายต่อไปได้
2. โครงสร้าง จะมีหมู่คาร์บอนิลของอัลดีไฮด์ เรียกว่า อัลโดส หรือหมู่คีโตน 1 หมู่ เรียกว่า คีโทส และมีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 2 หมู่
3. มี 3 ชนิด คือ กลูโคส กาแลกโทส และฟรุกโทส
4. ทดสอบโดยใช้สารละลายเบนเนดิกต์ได้ตะกอนสีแดงอิฐ

คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลคู่เรียกว่าไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharides)

1. เกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี
2. มอลโทส เกิดจาก กลูโคส 2 โมเลกุลต่อกัน พบในข้าวมอลต์ ข้าวโพด และ เมล็ดพืช
3. แลกโทส เกิดจาก กาแลกโทส และกลูโคสต่อกัน พบในคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
4. ซูโครส เกิดจาก กลูโคสและฟรุกโทส ต่อกัน พบในผลไม้ เมื่อนำมาหมักด้วยยีสต์หรือแบคทีเรียที่เหมาะสม จะเกิดเอทิลแอลกอฮอล์

คาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่มากเรียกพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides)

1. พอลิแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยมโนแซ็กคาไรด์ชนิดเดียวกัน เรียกว่า โฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ ถ้าประกอบด้วยมโนแซ็กคาไรด์ต่างชนิดกัน เรียกว่า เฮเทโรพอลิแซ็กคาไรด์
2. พอลิแซ็กคาไรด์แบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ
 - 2.1. พอลิแซ็กคาไรด์สะสม ได้แก่ แป้งและไกลโคเจน
 - 2.2. พอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง ได้แก่ เซลลูโลส
3. คาร์โบไฮเดรต จะถูกย่อยที่ปากและที่ลำไส้เล็ก โดยตับอ่อนจะหลั่งเอนไซม์อะไมเลส และลำไส้เล็กจะหลั่งเอนไซม์มอลเตส ซูเครส เมื่อย่อยสลายจะได้มโนแซ็กคาไรด์ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด

การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

1. มโนแซ็กคาไรด์ จะใช้สารละลายเบนเนดิกต์ในการทดสอบได้ตะกอนสีแดงอิฐ
2. พอลิแซ็กคาไรด์ จะใช้สารละลายไอโอดีนในการทดสอบ ได้สารเชิงซ้อนสีน้ำเงินเข้มที่เป็นตะกอน

กิจกรรม/ กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1.1 ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับแป้งโดว์ โดยอาจตั้งคำถามดังนี้

- นักเรียนรู้จักแป้งโดว์หรือไม่
- แป้งโดว์ทำมาจากอะไร

โดยแนวคำตอบของนักเรียนจะต้องตอบว่า แป้งโดว์ทำมาจากแป้งสาลี และธาตุอาหารที่สำคัญในแป้งสาลีคือ “คาร์โบไฮเดรต” หลังจากนั้นครูกระตุ้นความสนใจนักเรียน โดยบอกกับนักเรียนว่า “วันนี้ครูจะให้ให้นักเรียนฝึกทำแป้งโดว์”

1.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 5-6 คน จากนั้นครูแจกใบกิจกรรม ชวน Kids รู้วิทย์ก่อนเรียน ตอน แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว อุปกรณ์ และวัสดุการทำแป้งโดว์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแป้งโดว์ตามใบกิจกรรม (ครูเตรียมผสมแป้งโดว์เปล่าไว้ล่วงหน้า เพื่อลดเวลาการทำกิจกรรม)

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแป้งโดว์ที่ผสมสีสันท่าง ๆ ปั้นเป็นรูปทรงเรขาคณิต ตามจินตนาการ ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

1.4 ครูสรุปเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทำกิจกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างอาหารต่าง ๆ ที่มีแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนประกอบมาก ๆ อภิปรายถึงการกินอาหารของคนในท้องถิ่น ส่วนประกอบและการผลิตสารเหล่านี้ สาเหตุของโรคเบาหวานและผลจากโรคเบาหวาน รวมทั้งคุณภาพชีวิตด้านอาหารและด้านสุขภาพของคนในท้องถิ่น

1.5 ครูให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต เพื่อวัดระดับความรู้ของนักเรียนโดยใช้ข้อสอบแบบปรนัย 10 ข้อ 10 คะแนน

ชั่วโมงที่ 2

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

2.1 ครูทบทวนความรู้เดิมที่เรียนในชั่วโมงที่ 1 โดยอาจตั้งคำถามว่า

- จากกิจกรรมแป้งโดว์ง่ายนิดเดียว นักเรียนคิดว่าอาหารชนิดไหนที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบมากที่สุด

- ถ้าเคี้ยวข้าวนาน ๆ จะมีรสชาติเป็นอย่างไร เพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น

หลังจากนั้นครูร่วมกับนักเรียนสนทนากี่ยวกับการตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

2.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 5-6 คน จากนั้นครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดไปกิจกรรมที่ 1 ทำการทดลอง ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

3.1 แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยให้นักเรียนอภิปรายอย่างกว้างขวางตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยครูอาจบันทึกแนวคำตอบที่หลากหลายไว้บนกระดาน เพื่อใช้ตรวจสอบในกิจกรรมต่อไป

ชั่วโมงที่ 3

4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

4.1 นักเรียนร่วมกันศึกษาบทความเรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต พร้อมทั้งสรุปความรู้เป็นแผนที่ความคิด (Mind mapping)

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม “เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร” โดยการออกแบบการสร้างชิ้นงานนวัตกรรมป้ายข้อความ เพื่อกระตุ้น เชิญชวน ให้ทุกคนเห็นความสำคัญของการรับประทานอาหารอย่างถูกต้องลักษณะเพื่อป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน โดยใช้องค์ความรู้ในการเรียนเรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต บูรณาการกับแนวคิดสะเต็มศึกษา (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์)

ชั่วโมงที่ 4

5. ชั้นประเมิน (Evaluation)

5.1 ครูทบทวนความรู้ พร้อมกับอธิบายวิธีการประเมินชิ้นงานนวัตกรรม โดยใช้แบบประเมินที่กำหนดให้

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอการออกแบบชิ้นงานนวัตกรรมและประเมินการออกแบบชิ้นงานป้ายข้อความ “เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร” โดยใช้แบบฟอร์มการประเมินที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ พร้อมทั้งส่งตัวแทนกลุ่มอธิบายและให้เหตุผลประกอบการประเมิน

5.3 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ รวมถึงการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยครูกำชับให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำป้ายข้อความที่ทำการออกแบบไปสร้างให้สมบูรณ์ และนำไปติดตั้งที่โรงอาหารเพื่อรอรับการประเมินในวันถัดไป

5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

5.5 ครูตรวจชิ้นงานนวัตกรรมป้ายข้อความที่สมบูรณ์และติดตั้งเรียบร้อยแล้ว โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. ชุดการทำกิจกรรม แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว
2. ใบความรู้เรื่องความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต
3. แบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรมป้ายข้อความ “เสี่ยงเตือนจากโต๊ะอาหาร”

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองของนักเรียน
2. ตรวจสอบงาน การตรวจสอบแป้งและน้ำตาลของนักเรียน
3. ตรวจสอบชิ้นงานนวัตกรรม ป้ายข้อความ “เสี่ยงเตือนจากโต๊ะอาหาร” ที่สมบูรณ์ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
4. ทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

กิจกรรมชวน Kids วิชา **วิท** ก่อนเรียน

ตอน แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแป้งโดว์ตามขั้นตอนในกิจกรรมโดยใช้วัสดุที่กำหนดให้



วัสดุ

แป้งสาลีอเนกประสงค์

เกลือ

น้ำอุ่น

น้ำมันพืช

สีผสมอาหาร

น้ำมะนาว

อุปกรณ์ทำแป้งโดว์

ทัพพี

เขียง

วิธีทำแป้งโดว์

1. เทน้ำอุ่นลงในชามผสม
2. เติมสีผสมอาหารลงไปสัก 3-4 หยด
3. ในชามผสมอีก 1 ใบให้ใส่แป้ง น้ำมะนาว น้ำมันพืชและเกลือลงไป คลุกเคล้าให้ผสมกัน
4. จากนั้นนำของเหลวที่เราผสมไว้มาเทใส่ชามที่เป็นส่วนผสมของแห้ง แล้วใช้ทัพพีคนให้เข้ากันจนมีลักษณะเป็นก้อน
5. นำก้อนแป้งที่ได้มานวดบนเขียงเพื่อให้ได้แป้งโดว์ที่มีลักษณะเรียบ ยืดหยุ่นง่ายและมีสีที่ผสมกันอย่างลงตัว

แบบทดสอบก่อนเรียน

เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบ จำนวน 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน

2. เวลา 10 นาที

3. นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับข้อ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือสมบัติของคาร์โบไฮเดรต

ก. ละลายน้ำ

ข. เปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน

ค. เกิดปฏิกิริยาแยกสลายได้มอลโทส

ง. ถูกทุกข้อ

2. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตคือธาตุใด

ก. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน

ข. คาร์บอน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน

ค. ออกซิเจน ฟอสฟอรัส คาร์บอน

ง. ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

3. สารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของลำไส้ใหญ่ให้เป็นไปตามปกติคือสารใด

ก. แป้ง

ข. ไขมัน

ค. เซลลูโลส

ง. ไกลโคเจน

4. คำกล่าวใดถูกต้องเกี่ยวกับน้ำตาลฟรักโทส

ก. พบในน้ำนม

ข. มีคาร์บอน 5 ตัว

ค. มีรสหวานกว่ากลูโคส

ง. พบเฉพาะในผลไม้เท่านั้น

5. น้ำตาลชนิดใดที่มีในข้าวบาร์เลย์ หรือข้าวมอลต์ที่กำลังงอกประโยชน์ ใช้ทำเบียร์ ทำเครื่องดื่ม และอาหารเด็ก

ก. แล็กโทส

ข. ซูโครส

ค. กาแล็กโทส

ง. มอลโทส

6. ข้อใดมีมोनอแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์

ก. แป้ง ซูโครส

ข. ฟรักโทส กลูโคส

ค. ฟรักโทส มอลโทส

ง. กลูโคส กาแล็กโทส

7. เมื่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตย่อยคาร์โบไฮเดรตแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใด

ก. พลังงาน

ข. แอลกอฮอล์

ค. มอนอแซ็กคาไรด์

ง. ออกซิเจนและน้ำ

8. ข้อใดคือประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต

ก. เป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

ข. ช่วยในการทำงานของลำไส้และการขับถ่าย

ค. ใช้ในกระบวนการหมักสุรา เบียร์ ไวน์

ง. ถูกทุกข้อ

9. สารละลาย A ผสมกับสารละลายเบนดิคส์ เมื่ออุ่นในน้ำเดือดมีตะกอนสีแดงอิฐเกิดขึ้น

สาร A อาจเป็นสารใดได้บ้าง

1. กลูโคส 2. มอลโทส 3. แป้ง 4. ฟรักโทส

ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 4

ง. 3 และ 4

10. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต

ก. น้ำตาลมีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี

ข. การทดสอบแป้งใช้สารละลายไอโอดีนจะได้ตะกอนสีน้ำเงินเข้ม

ค. การหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งหรือน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์

ง. น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสจะให้ผลกับสารละลายไบยูเรตเกิดตะกอนสีแดงอิฐ



กิจกรรมที่ 1

เรื่อง การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อกลุ่ม.....ชั้น ม. 4/.....

สมาชิกในกลุ่ม 1.....เลขที่.....ประธาน
 2.....เลขที่.....รองประธาน
 3.....เลขที่.....สมาชิก
 4.....เลขที่.....สมาชิก
 5.....เลขที่.....สมาชิก
 6.....เลขที่.....เลขานุกร

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม เรื่อง การตรวจสอบแป้งและน้ำตาลโดยแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาถึงจุดประสงค์การทดลอง ตรวจสอบวัสดุ-อุปกรณ์ สารเคมี ตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ทำกิจกรรม ตลอดจนการบันทึกผลการทดลอง ลงในตาราง ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเอง และตอบคำถามหลังทำกิจกรรม พร้อมทั้งสรุปผลการทดลอง

จุดประสงค์การทดลอง

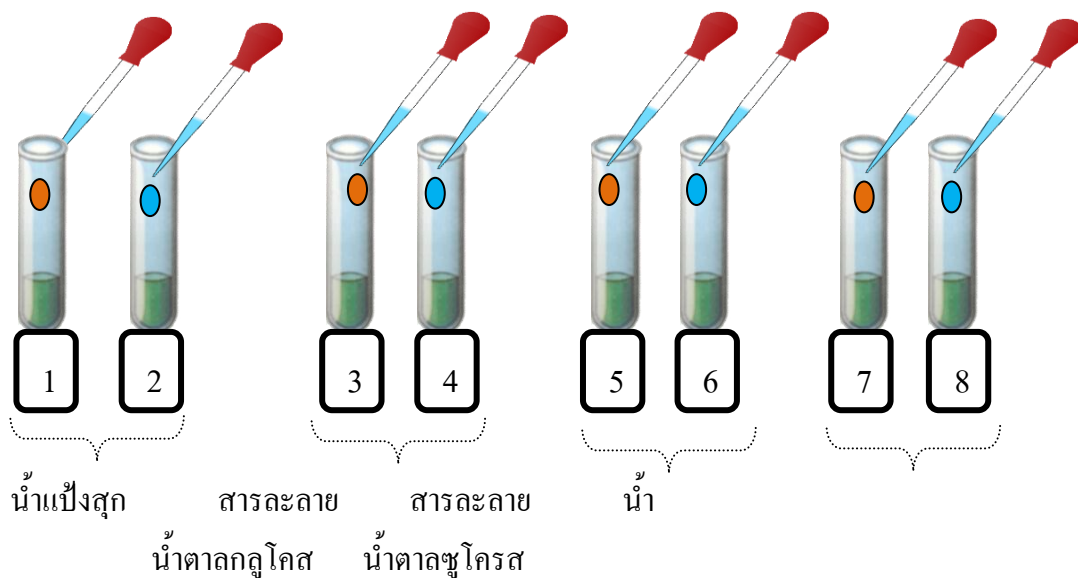
1. กำหนดปัญหาของการทดลองได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดได้
3. ทดลองและสรุปผลการทดลองได้
4. ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งและน้ำตาลได้
5. ระบุประเภทของสารอาหารในอาหารชนิดต่าง ๆ ได้

อุปกรณ์การทดลอง

- หลอดทดลองขนาดกลาง	8	หลอด
- ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1	ชุด
- บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1	ใบ
- น้ำแป้งสุก ความเข้มข้นร้อยละ 0.1	6	ลูกบาศก์เซนติเมตร
- สารละลายน้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้นร้อยละ 1.0	6	ลูกบาศก์เซนติเมตร
- สารละลายน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้นร้อยละ 1.0	6	ลูกบาศก์เซนติเมตร
- น้ำกลั่น		
- สารละลายไอโอดีน ความเข้มข้นร้อยละ 1.0	3	ลูกบาศก์เซนติเมตร
- สารละลายเบเนดิกต์	5	ลูกบาศก์เซนติเมตร

ขั้นตอนการทดลอง

- นำหลอดทดลองมา 6 หลอด
หลอดที่ 1 และ 2 ใส่น้ำแป้งสุก
หลอดที่ 3 และ 4 ใส่น้ำตาลกลูโคส
หลอดที่ 5 และ 6 ใส่น้ำตาลซูโครส
หลอดที่ 7 และ 8 ใส่น้ำ
- หยดสารละลายไอโอดีนประมาณ 3 หยด ลงในหลอดที่ 1, 3, 5 และ 7 เขย่าให้เข้ากัน
สังเกตและบันทึกผล
- หยดสารละลายเบเนดิกต์ลงในหลอดที่ 2, 4, 6 และ 8 เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มใน
บีกเกอร์ที่มีน้ำเดือดประมาณ 2 นาที สังเกตและบันทึกผล



ภาพ การตรวจสอบแป้ง น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส
ที่มาของภาพ นายอักรเดช จ่านงค์ธรรม

หมายเหตุ คือสารละลายไอโอดีน ความเข้มข้นร้อยละ 1.0
คือสารละลายเบนเนดิกต์



อย่าลืม..นำหลอดที่ 2,4,6 และ
8 ไปต้มในน้ำเดือดนะคะ

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีอะไรบ้าง

.....

2. การทดสอบมีอะไรบ้าง และใช้ทดสอบสารอาหารประเภทใด

.....

3. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีนได้ผลอย่างไร

.....

.....

4. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ได้ผลอย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้

เรื่อง มหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

สารชีวโมเลกุล คือ สารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งภายในโมเลกุลจะประกอบด้วยธาตุพื้นฐาน คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) หรือในบางโมเลกุลของโปรตีนอาจจะมีธาตุอื่น ๆ เพิ่มเติม คือ ธาตุไนโตรเจน (N) กำมะถัน (S) และ ฟอสฟอรัส (P) เป็นต้น

สารชีวโมเลกุลเป็นสารที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดอย่างยิ่ง โดยโมเลกุลของสารชีวโมเลกุลจะสามารถถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลง และนำเข้าสู่เซลล์เพื่อนำไปเผาผลาญเป็นพลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของชีวิต และสร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย นอกจากนี้สารชีวโมเลกุลจำพวกโปรตีนยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย และเป็นสารสำคัญที่ใช้ในการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น ฮอร์โมน เอนไซม์ เป็นต้น



คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานและเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกาย โดยที่ร่างกายมีความต้องการพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-65 ของพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน และ **คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงานเท่ากับ 4 กิโลแคลอรี** คาร์โบไฮเดรตบางชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส ยังเป็นอาหารของเซลล์ และเนื้อเยื่อสมอง นอกจากนี้ร่างกายยังใช้โมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสในการสังเคราะห์โปรตีนบางชนิด



ภาพ คาร์โบไฮเดรต พบได้ในอาหารประเภท ผัก ผลไม้ และขนมปัง

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) คือ สารอาหารที่ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H)



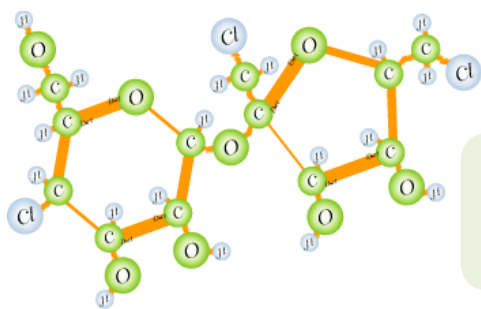
ประเภทของคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต จำแนกได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ มอนอแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide) ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) และพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

มอนอแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)

มอนอแซ็กคาไรด์ที่สำคัญที่สุดคือกลูโคส (Glucose) ซึ่งพบในเลือดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สามารถเปลี่ยนน้ำตาลซูโครส (Sucrose) แลคโตส (Lactose) มอลโตส (Maltose) และแบ่งให้เป็นกลูโคสที่ถูกใช้เป็นพลังงานหรือถูกเก็บสะสมไว้ในรูปไกลโคเจนซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ เมื่อต้องการใช้พลังงาน ไกลโคเจนก็จะถูกเปลี่ยนกลับเป็นกลูโคสได้อีก กลูโคสที่มีอยู่มากเกินพอจะสามารถเปลี่ยนเป็นไขมัน (Fat) หรือคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และสเตอรอยด์ (Steroid) ชนิดอื่น หรือเป็นโปรตีนได้เมื่อมีแหล่งที่ให้ไนโตรเจน ในทางตรงข้าม สิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนโปรตีนและไขมันกลับเป็นกลูโคสได้ กลูโคสยังพบในผลไม้ชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น องุ่น เงาะ

- กลูโคส (Glucose) เด็กซ์โทรส น้ำตาลองุ่น (Grape Sugar)
- ฟรุคโทส (Fructose) หรือ น้ำตาลผลไม้ (Fruit Sugar) พบในผลไม้และน้ำผึ้ง มีรสหวานกว่ากลูโคส
- กาแลคโทส (Galactose) ไม่ปรากฏอิสระในธรรมชาติ แต่มีสูตรโครงสร้างแตกต่างกัน



ภาพ ลักษณะตัวอย่างโครงสร้างโมเลกุลน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว
ที่มาของภาพ <http://www.siam1.net>

ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide)

ไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2 หน่วย มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ C-O-C ซึ่งเรียกว่าพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic Bond) ได้แก่ มอลโทส แล็กโทส และซูโครส

- **ซูโครส (Sucrose)** หรือ น้ำตาลทราย น้ำตาลอ้อย หรือ น้ำตาล หัว ผักกาดหวาน ประโยชน์ใช้ทำลูกอม เป็นสารลดอนุมูลอิสระ ได้จากน้ำตาลเชิงเดี่ยว 2 ตัว ดังสมการ



- **มอลโทส (Maltose)** หรือ น้ำตาลมอลต์ มีในข้าวบาร์เลย์ หรือ ข้าว มอลต์ ที่กำลังงอก ประโยชน์ ใช้ทำเบียร์ ทำเครื่องดื่ม และอาหารเด็ก ได้จาก น้ำตาลเชิงเดี่ยว 2 ตัว ดังสมการ



- **แล็กโทส (Lactose)** หรือ น้ำตาลนม ผลิตภัณฑ์จากต่อมน้ำนมของสัตว์ ประโยชน์ใช้ทำขนมปัง อาหารเด็กอ่อน ได้จากน้ำตาลเชิงเดี่ยว 2 ตัว ดังสมการ



น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและโมเลกุลคู่ในปริมาณน้ำหนักต่อโมลเท่าๆ กัน จะมีความหวานต่างกัน **ฟรักโทส** เป็นน้ำตาลตามธรรมชาติที่มีความหวานมากที่สุด ฟรักโทสมีสหวานมากกว่าซูโครส ส่วนซูโครสมีสหวานมากกว่ากลูโคสและมอลโทส **ในองุ่นมีกลูโคสอยู่มาก ฟรักโทสมีน้อยในน้ำผึ้ง ซูโครสพบมากในอ้อยและหัวบีท** นอกจากนี้ผลไม้ที่มีรสหวานเกือบทุกชนิดจะมีซูโครสอยู่ด้วย ส่วน **มอลโทสพบในข้าวมอลต์ที่กำลังงอก**

ซูโครส เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ร่างกายดูดซึมได้ ก่อนที่ร่างกายจะนำไปใช้ ซูโครสจะถูกเอนไซม์ในลำไส้ย่อยให้สลายตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคส และฟรักโทส แล้วร่างกายจึงนำไปใช้



พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์หลาย ๆ หน่วยมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic Bond : - C - O - C -) พอลิแซ็กคาไรด์จะมีขนาดใหญ่กว่าโอลิโกแซ็กคาไรด์ ส่วนใหญ่จะมีมอนอแซ็กคาไรด์เป็นร้อยถึงพันหน่วยมาจับต่อกัน ตัวอย่างพอลิแซ็กคาไรด์อย่างง่าย ได้แก่ แป้ง (Starch) เซลลูโลส (Cellulose) ไกลโคเจน (Glycogen) ไคติน (Chitin)

แป้งและเซลลูโลส

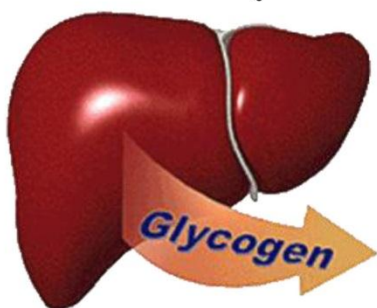
สรุปได้ว่าทั้งแป้งและเซลลูโลส ต่างประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสจำนวนมากมาจับกัน พันธะโมเลกุล แต่สารทั้งสองมีสมบัติต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างไม่เหมือนกัน พวกที่ไม่ใช่ น้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่มีรสหวาน และไม่ละลายน้ำเรียกว่า คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (Polysaccharide)

ตัวอย่าง เช่น แป้ง ไกลโคเจน เซลลูโลส ไคติน

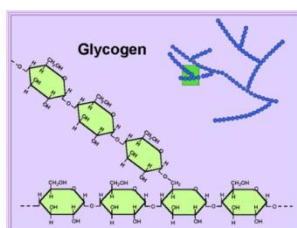
- **แป้ง** พบในเมล็ด ราก หรือหัว และใบของพืช เช่น ข้าว มัน เผือก ถั่ว

- **ไกลโคเจน** มีในร่างกายมนุษย์ถูกสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ เมื่อร่างกาย

ขาดแคลน เปลี่ยนเป็นกลูโคสได้



กลูโคส → ไกลโคเจน



ภาพ โครงสร้างโมเลกุลของไกลโคเจน

ที่มาของภาพ : <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/glucose/glycogen.gif>

สืบค้นเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2559

- **เซลลูโลส** พบที่ผนังเซลล์ของพืชทุกชนิด เอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ย่อยไม่ได้ แต่ช่วยเพิ่มกากอาหาร

- **ไคติน** เป็นสารที่พบในเปลือกกุ้ง และ แมลง

เพิ่มเติม

การรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมากๆ ต้องระวัง การเกิด

โรคอ้วน หลอดเลือดตีบ ความดันโลหิตสูง คอเลสเตอรอลสูง และ โรคเบาหวาน



ภาพ คนที่เป็นโรคอ้วน

ที่มาของภาพ <http://www.bloggang.com>

การตรวจสอบแป้ง

ตรวจสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีน มีสีเหลืองน้ำตาล ถ้าเป็นแป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม หรือ ม่วงดำ

- การตรวจสอบแป้ง โดยการนำน้ำแป้งมาเติม I_2 จะได้...

- การตรวจสอบไกลโคเจน โดยการนำสารละลายไกลโคเจนมาเติม I_2 จะได้...

- การตรวจสอบเซลลูโลส โดยการนำสารละลายเซลลูโลสมาเติม I_2 จะได้...

สารละลายไอโอดีน

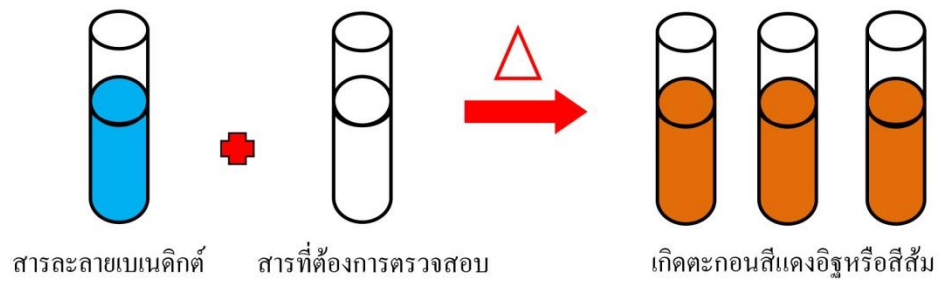
ไม่เปลี่ยนแปลง

ภาพ การตรวจสอบแป้ง
ที่มาของภาพ นายอัครเดช จ้านงศ์ธรรม

1. คาร์โบไฮเดรตต่างชนิดกันมีสมบัติต่างกัน
2. การตรวจสอบน้ำตาลใช้สารละลายเบนเนดิกต์ คือ เปลี่ยนสีของสารละลายเบนเนดิกต์ จากสีฟ้าเป็นสีเขียวแล้วเหลือง ในที่สุดจะได้ตะกอนแดงอิฐ ตามลำดับ
3. แป้งไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์ แต่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ให้สีน้ำเงินเข้ม
4. เซลลูโลสไม่ทำปฏิกิริยาทั้งสารละลายเบนเนดิกต์และสารละลายไอโอดีน

การตรวจสอบน้ำตาล

ตรวจสอบโดยใช้สารละลายเบนเนดิกต์ (Benedict's Solution) เติมลงในสารที่ต้องการตรวจสอบนำไปต้ม ถ้าเป็น กลูโคส จะเปลี่ยนสีจากสีฟ้าเป็น **ตะกอนสีแดงอิฐ หรือส้มอิฐ** (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำตาล)



ภาพ การตรวจสอบน้ำตาล

ที่มาของภาพ นายอัครเดช จำนงค์ธรรม

คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน คือ กลูโคสทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์ได้เร็วกว่า ซูโครส แป้งไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์ แต่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน ส่วนเซลลูโลสไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายทั้งสองชนิดนี้

สิ่งที่ควรสังเกต



กิจกรรม

แผนที่ความคิด (Mind Mapping)

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปความสำคัญ มห้ศรรัชของคาร์โบไฮเดรต ในรูปของแผนที่ความคิด (Mind Mapping)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ชื่อ.....ชั้น ม. 4/.....เลขที่.....
โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

ข้อกิจกรรม เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร

สาระสำคัญ

การสร้างป้ายข้อความ เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยกระตุ้น เชิญชวนหรือแนะนำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการรับประทานอาหารอย่างถูกสุขลักษณะ โดยนำกระบวนการเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสร้าง

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบป้ายข้อความเพื่อกระตุ้น เชิญชวน ให้ทุกคนเห็นความสำคัญของการรับประทานอาหารอย่างถูกสุขลักษณะเพื่อป้องกันการเกิดโรคเบาหวานจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสามารถเลือกวัสดุที่ใช้ในการสร้างป้ายข้อความให้เหมาะสม หลังจากนั้นให้นำผลงานไปติดไว้ที่โต๊ะอาหาร โรงเรียนเพื่อประเมินผลงาน

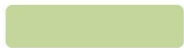
สถานการณ์.....โรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ เกิดเนื่องจากการขาดฮอร์โมนอินซูลิน หรือประสิทธิภาพของอินซูลินลดลงเนื่องจากภาวะดื้อต่ออินซูลิน ทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้นไปเป็นเวลานานจะเกิดโรคแทรกซ้อนต่ออวัยวะต่างๆ เช่น ตา ไต และระบบประสาท ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ป่วยเป็นโรคนี้จำนวนมาก

โรคเบาหวานเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม ดังนั้นผู้ที่มีญาติสายตรง เช่น พ่อ แม่ พี่ น้อง เป็นเบาหวานจะมีความเสี่ยงเป็นเบาหวานเพิ่มขึ้น หากมีทั้งพ่อ และแม่เป็นเบาหวานจะมีความเสี่ยงเป็นเบาหวานร้อยละ 50 นอกจากนี้พฤติกรรมที่เสี่ยงต่อเบาหวานได้แก่ ผู้ที่มีน้ำหนักเกินหรือว่าอ้วน ไม่ออกกำลังกาย เป็นไขมันในเลือดสูง

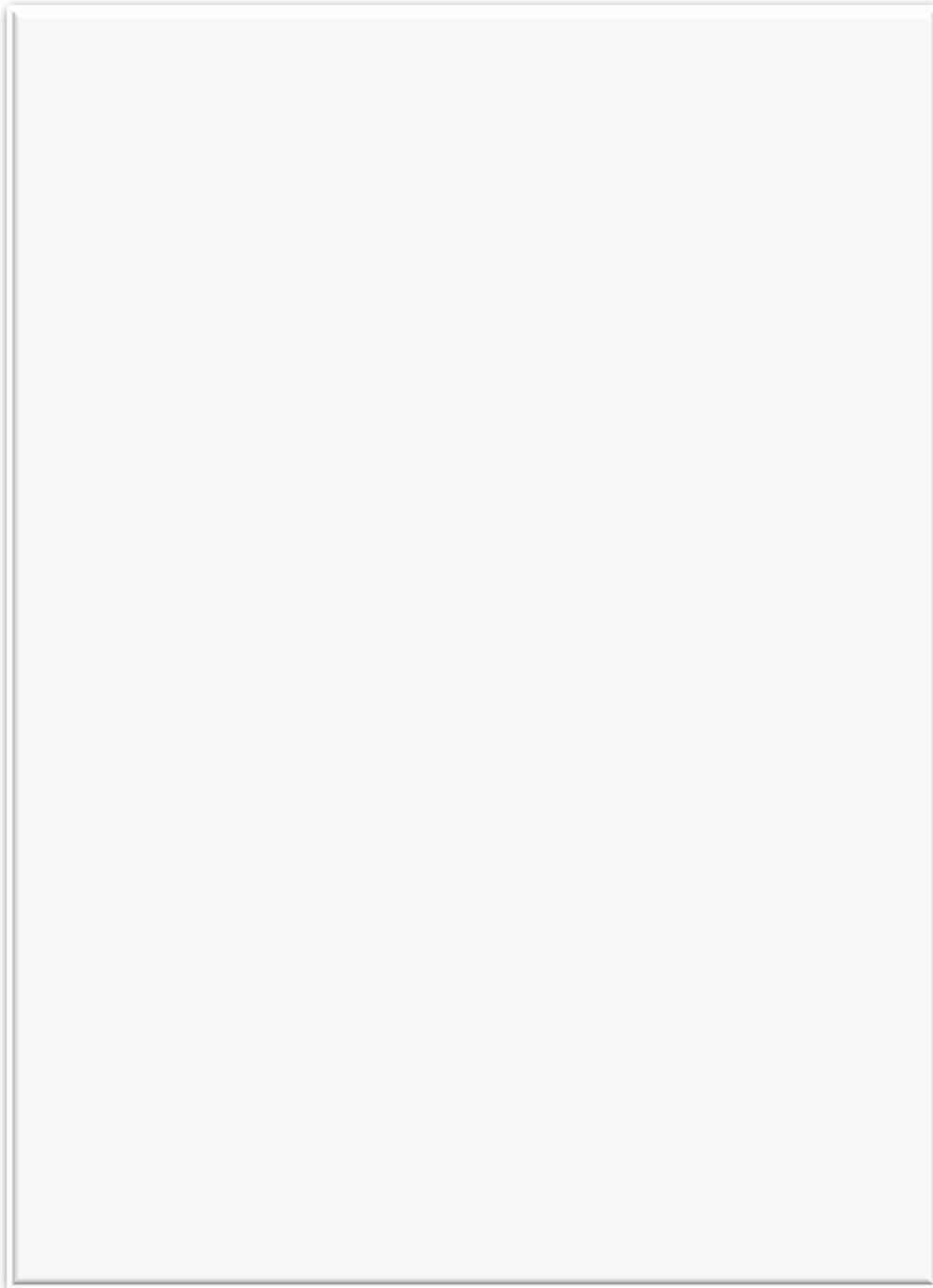


ออกแบบป้ายข้อความ



←----- ขนาด.....ซม. ----->

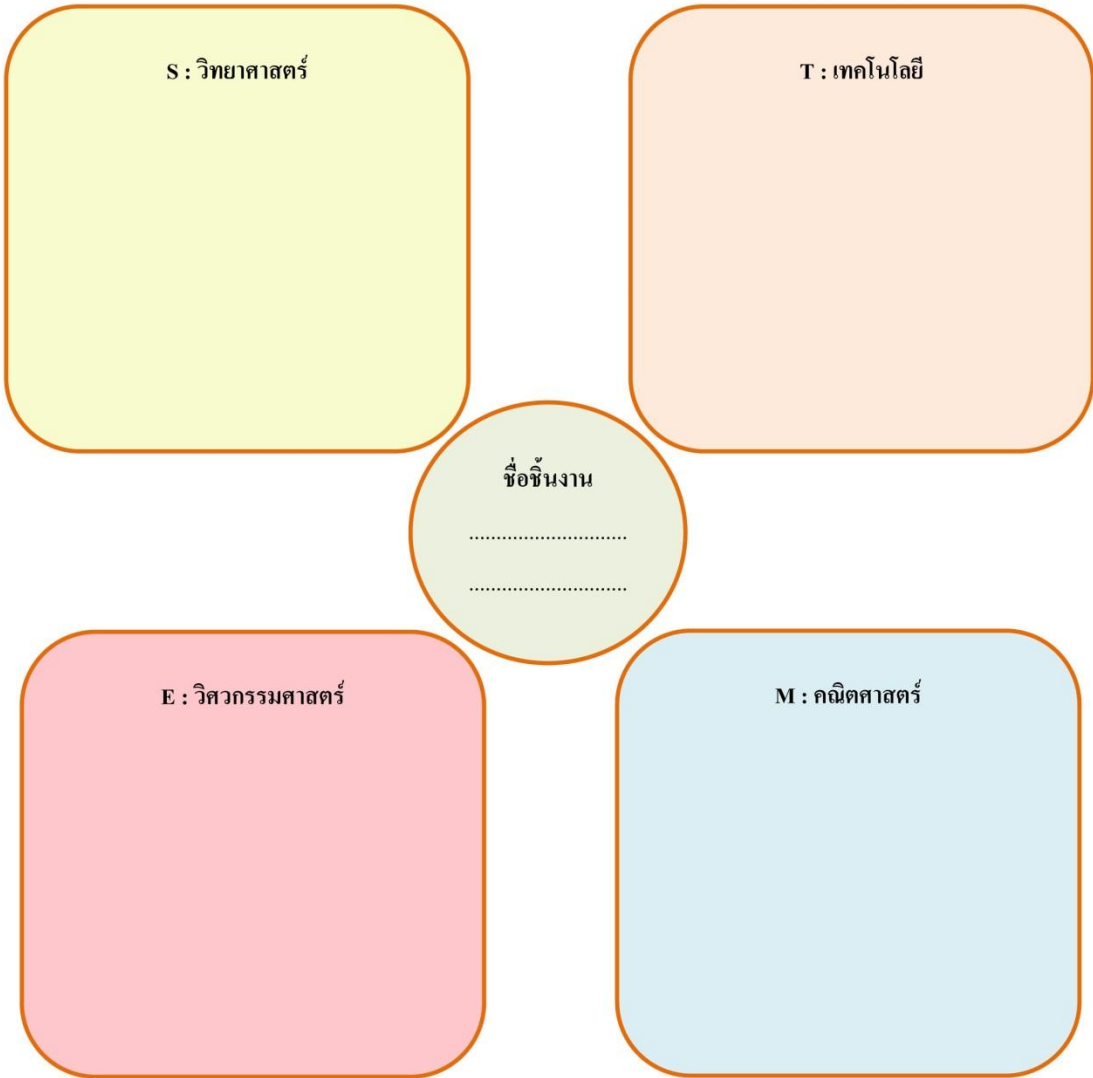
↑
ขนาด
.....
ซม.
↓



วัสดุที่ใช้ในการสร้างป้ายข้อความ

1.
2.
3.
4.
5.

ระบุมความรู้ของวิชาต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานลงในผังความคิด



แบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรมป้ายข้อความ

เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบการออกแบบป้ายชิ้นงานข้อความ โดยพิจารณาจากรายละเอียดด้านล่าง จากนั้นทำเครื่องหมายลงใน โดยที่ ✓ หมายถึง ผ่าน และ ✗ หมายถึง ยังไม่ผ่าน

ชื่อกลุ่ม

1. วัสดุที่ใช้ในการสร้างป้ายข้อความมีความแข็งแรง
2. สามารถนำไปติดตั้งได้โดยไม่ล้ม ไม่หล่น
3. ตำแหน่งที่ติดตั้งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน
4. ป้ายข้อความไม่กีดขวางการรับประทานอาหาร
5. เมื่อติดป้ายข้อความแล้วไม่ทำให้โต๊ะอาหารเสียหาย
6. ใช้ข้อความ / สัญลักษณ์ที่สื่อสารเข้าใจได้ง่าย

สมาชิกในกลุ่มผู้ประเมิน

- 1.....เลขที่.....
- 2.....เลขที่.....
- 3.....เลขที่.....
- 4.....เลขที่.....
- 5.....เลขที่.....
- 6.....เลขที่.....

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง ความมหัศจรรย์ของคาร์โบไฮเดรต

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบ จำนวน 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน

2. เวลา 10 นาที

3. นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับข้อ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดคือสมบัติของคาร์โบไฮเดรต

ก. ละลายน้ำ	ข. เปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน
ค. เกิดปฏิกิริยาแยกสลายได้มอลโทส	ง. ถูกทุกข้อ
- ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตคือธาตุใด

ก. ออกซิเจน ฟอสฟอรัส คาร์บอน	ข. คาร์บอน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน
ค. คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน	ง. ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส
- สารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของลำไส้ใหญ่ให้เป็นไปตามปกติคือสารใด

ก. แป้ง	ข. เซลลูโลส
ค. ไขมัน	ง. ไกลโคเจน
- คำกล่าวใดถูกต้องเกี่ยวกับน้ำตาลฟรักโทส

ก. พบในน้ำนม	ข. มีคาร์บอน 5 ตัว
ค. พบเฉพาะในผลไม้เท่านั้น	ง. มีรสหวานกว่ากลูโคส
- น้ำตาลชนิดใดที่มีในข้าวบาร์เลย์ หรือข้าวมอลต์ที่กำลังงอกประโยชน์ ใช้ทำเบียร์ ทำเครื่องดื่ม และอาหารเด็ก

ก. แลกโทส	ข. ซูโครส
ค. มอลโทส	ง. กาแลกโทส
- ข้อใดมีมอนอแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์

ก. ฟรักโทส มอลโทส	ข. ฟรักโทส กลูโคส
ค. แป้ง ซูโครส	ง. กลูโคส กาแลกโทส
- เมื่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตย่อยคาร์โบไฮเดรตแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใด

ก. พลังงาน	ข. แอลกอฮอล์
ค. ออกซิเจนและน้ำ	ง. มอนอแซ็กคาไรด์

8. ข้อใดคือประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต

- ก. เป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ข. ช่วยในการทำงานของลำไส้และการขับถ่าย
ค. ใช้ในกระบวนการหมักสุรา เบียร์ ไวน์ ง. ถูกทุกข้อ

9. สารละลาย A ผสมกับสารละลายเบนดิกส์ เมื่ออุ่นในน้ำเดือดมีตะกอนสีแดงอิฐเกิดขึ้น สาร A อาจเป็นสารใดได้บ้าง

1. กลูโคส 2. มอลโทส 3. แป้ง 4. ฟรักโทส

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 4

ค. 2 และ 3

ง. 3 และ 4

10. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต

ก. น้ำตาลมีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี

ข. การทดสอบแป้งใช้สารละลายไอโอดีนจะได้ตะกอนสีน้ำเงินเข้ม

ค. น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสจะให้ผลกับสารละลายไปยูเรตเกิดตะกอนสีแดงอิฐ

ง. การหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนแป้งหรือน้ำตาลให้กลายเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์



เฉลย กิจกรรมที่ 1

เรื่อง การตรวจสอบแป้งและน้ำตาล

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร

--- วิธีการตรวจสอบแป้งและน้ำตาลทำได้หรือไม่อย่างไร

2. นักเรียนคิดว่าน้ำแป้งสุก สารละลายน้ำตาลกลูโคส สารละลายน้ำตาลซูโครส และน้ำกลั่น

เมื่อนำไปเติมสารละลายไอโอดีน ผลจะเป็นอย่างไร น้ำแป้งสุกเปลี่ยนเป็นสีม่วงน้ำเงิน

ส่วนสารละลายน้ำตาลกลูโคส สารละลายน้ำตาลซูโครส น้ำกลั่น ไม่เปลี่ยนแปลง

3. นักเรียนคิดว่าน้ำแป้งสุก สารละลายน้ำตาลกลูโคส สารละลายน้ำตาลซูโครส และน้ำกลั่น

เมื่อนำไปต้มกับสารละลายเบนดิกต์ที่ละชนิด ผลจะเป็นอย่างไร

--- ไม่เปลี่ยนแปลง สารละลายน้ำตาลกลูโคสมีตะกอนสีแดงส้ม ส่วนสารละลายน้ำตาลซูโครสมีตะกอนสีเขียว

บันทึกผลการทำกิจกรรม

สาร	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	สารละลายไอโอดีน	สารละลายเบนดิกต์
น้ำแป้งสุก	สีน้ำเงิน	ไม่เปลี่ยนแปลง
สารละลายน้ำตาลกลูโคส	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีเหลือง สีส้ม ตะกอนแดงอิฐ
สารละลายน้ำตาลซูโครส	ไม่เปลี่ยนแปลง	สีเขียว
น้ำ	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีอะไรบ้าง
 ___ สารละลายไอโอดีน สารละลายเบนเนดิกต์
2. การทดสอบมีอะไรบ้าง และใช้ทดสอบสารอาหารประเภทใด
 ___ - สารละลายไอโอดีน ใช้ทดสอบแป้ง
 ___ - สารละลายเบนเนดิกต์ ใช้ทดสอบน้ำตาล
3. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีนได้ผลอย่างไร ___ น้ำแป้งสุกมีสีน้ำตาล
 ___ สารละลายน้ำตาลกลูโคส สารละลายน้ำตาลซูโครส และน้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
4. สารที่นำมาทดสอบกับสารละลายเบนเนดิกต์ได้ผลอย่างไร ___ น้ำแป้งสุกและน้ำ ไม่มีการ
 ___ เปลี่ยนแปลง สารละลายน้ำตาลกลูโคสมีตะกอนสีแดงอิฐ และสารละลายน้ำตาล
 ___ ซูโครสมีตะกอนสีเขียว

สรุปผลการทดลอง

การตรวจสอบแป้ง น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส สามารถตรวจสอบได้โดย ถ้าเป็นอาหารจำพวกแป้งตรวจสอบด้วยสารละลายไอโอดีนได้สีน้ำตาล ส่วนน้ำตาลกลูโคสตรวจสอบได้ด้วยการใช้สารละลายเบนเนดิกต์ จะเปลี่ยนสีเป็น สีเหลือง สีส้ม หรือตะกอนแดงอิฐ น้ำตาลซูโครสจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ส่วนน้ำจะไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนและสารละลายเบนเนดิกต์

เฉลย แบบทดสอบ

ความมั่งคั่งของคาร์โบไฮเดรต

ก่อนเรียน					หลังเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				×	1				×
2	×				2			×	
3			×		3		×		
4			×		4				×
5				×	5			×	
6			×		6	×			
7			×		7				×
8				×	8				×
9			×		9		×		
10				×	10			×	

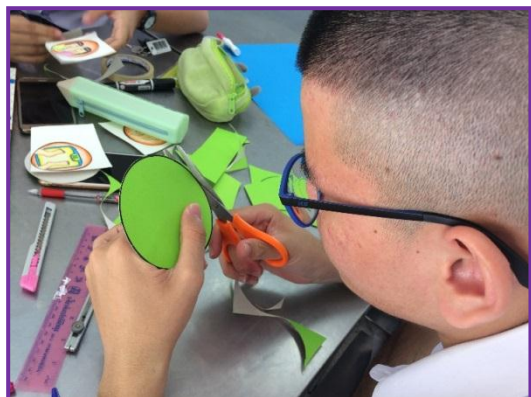
ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้
สารชีวโมเลกุล โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

กิจกรรม แป้งโดว์ง่ายนิดเดียว



กิจกรรม “เสียงเตือนจากโต๊ะอาหาร”



กิจกรรม ไข่เหินเวหา



กิจกรรม เต้นหุ่นมสค สูตรเด็ด!



กิจกรรม ใบตองทอดไข่



กิจกรรม บ่อดักไขมันอย่างง่าย



กิจกรรมตักผลึกความคิด “STEM เสริมปัญญา พัฒนาคลองบางมด”



ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายอัครเดช จ้านงค์ธรรม
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤษภาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	19/ 22 ศรีสมุทรไพรวาท แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2546-2547	อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนบ้านลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2548-2550	ครู คศ.1 โรงเรียนมัธยมประชานิเวศน์ กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2551-2556	ครู คศ.2 โรงเรียนนาหลวง กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน	ครู คศ.3 โรงเรียนนาหลวง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2545	การศึกษาระดับบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2549	การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2560	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยบูรพา