การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช

ชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

THE DEVELOPMENTOF CREATIVE IENTIFICACTIVITYSETSOF THE SCIENCE PROJECTS FOR STUDENTS GRADE 8 MUANGNAKHON SI THAMMARAT SCHOOL

CHANINTIP LAYPAYAK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the Master of Science Program in Science Education
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Academic Year 2012

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช

ผู้วิจัย นางชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)

.....กรรมการ

(ดร.จิต นวนแก้ว)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัสชัย สิทธิรักษ์)

.....กรรมการ

(ดร.จิต นวนแก้ว)

.....กรรมการ

(ดร.ฤภาพ เต็มรัตน์)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไว้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(อาจารย์สมพงค์ เหมือนเพชร)

ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน

วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2556

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช
ผู้วิจัย	นางชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
ประธานอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หัสชัย สิทธิรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. จิต นวนแก้ว

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด

การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์โดยการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ความเชื่อมั่นKR-20 โดยการทำการทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้น 2 จำนวน 42 คน เมื่อปีการศึกษา 2555 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด ได้จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด จำนวน 42 คน โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และ การทดสอบค่าคะแนน t แบบไม่อิสระต่อกัน (dependent t-test)

ผลจากการวิจัยได้เครื่องมือชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานและการวัด มีประสิทธิภาพ 81.29/84.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ABSTRACT

The Title	The Development of Creative Scientific Activity Set of The Science Projects. For student grade 8 Muangnakhon si thammarat School
The Author	Mrs. Chanintip Laypayak
Thesis Chairman	Assistant Professor Dr. Hussachai Sitirug
The Advisor	Dr. Jit Noungael

The purpose of this research is to develop a set of science project activities about measurement units. These activities will develop the creative thinking ability of grade 8 students, meet the performance criteria of 80/80 and compare the students ability before and after using the science project activities.

Develop the set of science project follow the criteria set by the IOC agreement and are examined using a confidence KR-20 . It was conducted by 3, 9 and 30 grade 8 student in a pilot study before using it with the population of 42 grade 8 student . The students creative thinking ability was assessed using a creative thinking test after learning by the set of science projects about measurement units.

The results of this research indicated that the science projects, based on measurement units to develop creativity, followed the quality criteria 81.29/84.33 to ascertain the minimum quality criteria. The results indicate creative thinking ability after learning with the set of projects about measurement units was higher, with a statistical significance of 0.05.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หัสชัย สิทธิรักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอมอร สิทธิรักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พรหมเพรา ดร.จิต นวนแก้ว อาจารย์ลมัย วุฒิมานพ อาจารย์อรุณ แก้วพิชัย และอาจารย์อรษา วณิชย์เศรษฐ์ ซึ่งสละเวลาให้คำแนะนำในสิ่งที่เป็นประโยชน์ ทั้งช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความรอบรู้ละเอียดถี่ถ้วน เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้เป็นเจ้าของเอกสาร ตำรา และวิทยานิพนธ์ที่ผู้วิจัยได้ใช้ประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า

หากวิทยานิพนธ์นี้จะเกิดคุณค่าและประโยชน์แก่ผู้สนใจขอมอบความดีและคุณประโยชน์แด่ บิดา มารดา และคุณครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณต่อผู้วิจัยทุกๆท่านด้วยที่ได้เลี้ยงดู อบรม สั่งสอนให้ความรู้และกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

กรอบแนวคิดในการวิจัย 4

สมมติฐานในการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ของการวิจัย 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 8

ความคิดสร้างสรรค์ 11

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ 31

ชุดกิจกรรม 42

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55

งานวิจัยในประเทศ 55

งานวิจัยต่างประเทศ 57

3 วิธีดำเนินการวิจัย 59

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 59

บทที่ **หน้า**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 59
วิธีสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 60
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 63
การวิเคราะห์ข้อมูล 68
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 71
ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 74
สรุป 74
อภิปรายผล 74
ข้อเสนอแนะ 77

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 85
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ และผลการวิเคราะห์
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 87

ประวัติผู้วิจัย 156

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 กำหนดเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด 65

2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัด จากการศึกษาชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด 72

3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียน จากการศึกษาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด 72

4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด 73

5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดกับกลุ่มตัวอย่าง 42 คน 73

6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 42 คน 73

7 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนกลุ่ม 3 คน 88

8 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนกลุ่ม 9 คน 89

9 แสดงคะแนนการทำแบบฝึกหัดจากการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ เนื้อหาโครงงานกับการวัด แต่ละหน่วยของนักเรียนแต่ละคน 91

10 แสดงคะแนนการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 93

11 ผลจากการทดลองใช้แบบทดสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้นักเรียนจำนวน 30 คน ข้อสอบ 40 ข้อ 96

ตารางที่ **หน้า**

12 นำผลจากการทดลองใช้แบบทดสอบโดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย ของนักเรียน 30 คน แล้วแบ่งครึ่งจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 15 คน กล่าวคือลำดับที่ 1 – 15 เป็นนักเรียนกลุ่มสูง ลำดับที่ 16 – 30 เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ 97
13 การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 98
14 การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 100
15 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย 103
16 ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย 105
17 การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งชุดข้อสอบที่ได้ทำการวิเคราะห์ โดยหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จำนวน 30 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งชุด 109
18 แสดงผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (PRE – TEST) 111
19 แสดงผลคะแนนการสอบหลังเรียน (POST – TEST) 114
20 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 116
21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 118
22 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 121

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการวิจัยและติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรในช่วงระยะ 6 ปีที่ผ่านมา (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2546 ก; 2548 ข; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547; สำนักผู้ตรวจราชการและติดตามประเมินผล, 2548; สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2547; Nutravong, 2002; Kittisunthorn, 2003) พบว่าหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดดีหลายประการ เช่น ช่วยส่งเสริมการกระจายอำนาจทางการศึกษาทำให้ท้องถิ่นและสถานศึกษามีส่วนร่วมและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามผลการ ศึกษาดังกล่าวยังได้สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นที่เป็นปัญหาและความไม่ชัดเจนของหลักสูตรหลายประการทั้งในส่วนของเอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ และผลที่เกิดจากการใช้หลักสูตร ส่วนใหญ่กำหนดสาระและผลการเรียนรู้ไว้มาก ทำให้เกิดปัญหาหลักสูตรแน่น การวัดการประเมินผลไม่สะท้อนมาตรฐาน ปัญหาคุณภาพของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ และความสามารถ ด้านการคิด และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรพุทธศักราช 2551 อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 – 2554) ซึ่งแนวทางดังกล่าว สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชน ให้มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนสามารถกระทำได้โดยตรงในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2518, หน้า 1) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีลักษณะของวิชาสามารถเอื้อให้นักเรียนได้แสดงกิจกรรมการสร้างสรรค์ได้มาก ผลิตผลและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็จะผูกพันกับการสร้างสรรค์มาก และ Piltz&Sund (1974) ได้เสนอไว้ว่า ผู้ที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ควรจะได้รับการฝึกหัดที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดเรื่องแปลกๆใหม่ๆ หรือมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนได้ แต่ปัญหาก็คือจะทำอย่างไรจึงจะทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นความคิดด้านหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นความสัมพันธ์ไปสู่การ

พัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่จะเข้ามามีบทบาทและความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงความคิดและการดำรงชีวิตของคนไทยอย่างกว้างขวาง

การพัฒนาผู้เรียนในด้านความคิดสร้างสรรค์ จึงย่อมต้องอาศัยปัจจัยเกี่ยวกับความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังคำกล่าวของ เปรมจิตร บุญสาย (2541, หน้า 49) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนจะต้องมีกลวิธีการสอนและให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมต่างๆหลายประการ เช่น ในการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะทำการทดลองในชั้นเรียนแล้ว ควรให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมเสริม เช่น นักเรียนควรจะมีโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นของตนเอง มีการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ และการจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในโรงเรียน ในชุมชน มิฉะนั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จะบรรลุความมุ่งหมายในส่วนของความคิดสร้างสรรค์ได้ยาก ดังที่ปรากฏจากรายงานการวิจัยและผลการประเมินต่างๆ ดังเช่นของกิตติ แสงสุวรรณ (2534, หน้า 80) และจันทรา สุทธิกุล (2534, หน้า 67) ที่พบว่า นักเรียนไทยยังได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไม่มากนัก เนื่องจากการขาดการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่เด็กไทย William (1970, p.96) ที่ได้ทำการศึกษาถึงการสอนความคิดสร้างสรรค์ พบว่า การสอนเพื่อทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เป็นการสอนที่ทำให้เด็กรู้จักคิด กล้าแสดงออก ความรู้สึกและแสดงออกในวิถีทางของความคิดสร้างสรรค์ ส่วน สมชัย อุมะวรรณ (2532) ใช้การจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะหนึ่งที่สามารถปลูกฝังให้เกิดในหมู่เยาวชนไทยได้ โดยแฝงอยู่ในรูปของกิจกรรมที่ครูสามารถจัดเสริมให้แก่นักเรียน นอกจากนี้ พิทักษ์ เชียงนอก (2540, หน้า 100-106) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความรู้ความสามารถ ความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆ เกี่ยวกับขั้นตอนในการทำโครงงาน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์นับว่ามีความสำคัญ และมีความสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนให้ได้ฝึก และปฏิบัติเป็นพื้นฐานสำคัญในการที่จะเป็นนักวิจัยในอนาคต เป็นกิจกรรมฝึกนักวิจัยตั้งแต่เด็กดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531, หน้า 6) ได้กล่าวว่า "โครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาจัดว่าเป็นพื้นฐานของงานวิจัย" และผู้เรียนเหล่านี้เติบใหญ่ในอนาคตอาจจะทำให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาพัฒนา และมีความก้าวหน้าไปสู่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่

ธีระชัย ปูรณโชติ (2532, หน้า 4) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยเบื้องต้น เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีโอกาสที่จะแสดงออก พัฒนาความสามารถ

ของนักเรียนในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น และรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้เยาวชนไทยพัฒนาองค์ความรู้ที่ต้องผ่านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อเกิดปัญญา พร้อมด้านความคิดสร้างสรรค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น สุวัฒน์ นิยมค้า (2517) ที่กล่าวว่า

"ความรู้และวิทยาการทางวิทยาศาสตร์ก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมไทยอย่างมากมาย จึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้เยาวชนได้พัฒนา ให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์"

นิตยา บุญตัน (2541, หน้า 3-50) เป็นผู้หนึ่งที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้แบบฝึกเพื่อส่งเสริมการคิดหัวข้อโครงงานและการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะว่าควรที่จะมีการทำการวิจัย โดยให้คำนึงถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องในด้านอื่นๆบ้าง ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช และจากการศึกษาแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance,1973 pp.91-95) เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีองค์ประกอบของ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น ผู้วิจัยได้นำใช้พัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ในรูปของโครงงานประเภทสำรวจทดลอง และผลิตสิ่งประดิษฐ์

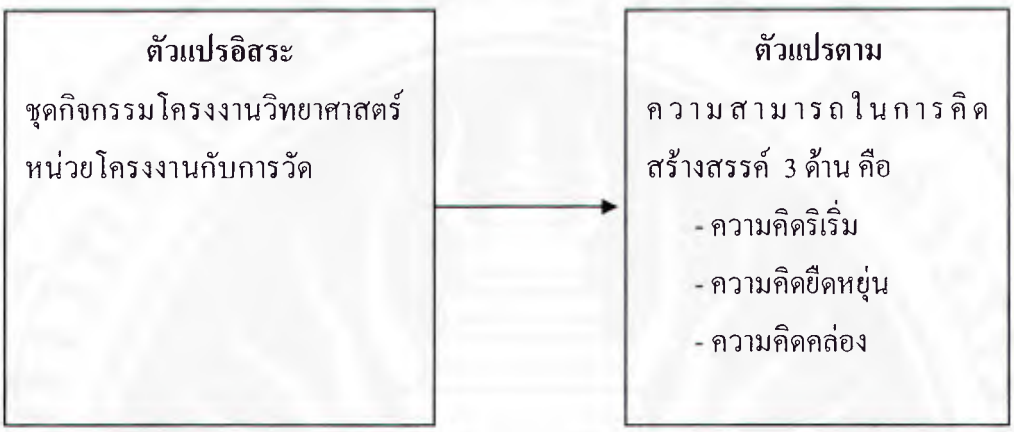
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดให้ได้ประสิทธิภาพ 80/80

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงมีแนวคิดการวิจัย ดังแผนผัง



สมมติฐานในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

2. คะแนนจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์หลังการใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ตำบลนาทราย อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2555 ที่ใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด จำนวน 440 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 2/6 , 2/12 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งสนใจสร้างชิ้นงานจากโครงงานวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงงานกับการวัด เรื่องที่ 1 วิทยาศาสตร์กับการศึกษา

เรื่องที่ 2 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ

เรื่องที่ 3 โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

เรื่องที่ 4 โครงงานกับการวัด ในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

เรื่องที่ 5 โครงงานกับการวัดในชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลอง ปีการศึกษา 2555 จากการสอน 18 ชั่วโมง

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดกิจกรรม หน่วยโครงงานกับการวัด

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน

5.2.1 ความคิดริเริ่ม

5.2.2 ความคิดยืดหยุ่น

5.2.3 ความคิดคล่อง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูผู้สอนคอยแนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน เริ่มตั้งแต่การเลือกหัวข้อเรื่องต่อด้วยการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผน กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน และการนำเสนอผลงาน อาจเป็นโครงงานเล็กๆ ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือเป็นโครงงานใหญ่ที่มีความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้ ผลคือ ได้พัฒนาการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง(ศิวารักษ์ ชนะสงคราม, 2550, 18)

2. โครงงานกับการวัด หมายถึง ชื่อของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เป็นนวัตกรรมสื่อการเรียน การสอนใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ 3 ประเภท ได้แก่ โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองและโครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ที่เน้นการใช้ปริมาณมูลฐานด้วยความคิดริเริ่มกำหนดเป็นชื่อของโครงงานวิทยาศาสตร์

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายแนวทาง สามารถคิดค้นหา และสร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ ซึ่งความสามารถนี้เกิดมาจากการระดมพลังสมองและการวิเคราะห์ เพื่อก่อให้เกิดการผสมผสาน

ระหว่างกระบวนการคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐาน รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถให้ผลผลิตที่แปลกใหม่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน ซึ่งมีองค์ประกอบ 3ด้าน คือ(ไพรินทร์ ต๋ำคำ, 2550, 60-61)

3.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่ที่ไม่มีใครนึกหรือคิดมาก่อนไม่ซ้ำแบบใคร(สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล, 2554, 20)

3.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง(สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล, 2554, 20)

3.3 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

(สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล, 2554, 20)

4. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด (สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล. 2554 : 26)

5. การระดมพลังสมอง หมายถึง การสร้างความคิด หรือการแก้ปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์รวดเร็ว และพรั่งพรูตามธรรมชาติ ด้วยการให้บุคคลหรือสมาชิกภายในกลุ่มอยู่ในภาวะที่ผ่อนคลายและให้อิสระในการคิดโดยอาศัยหลักการสำคัญของการระดมพลังงานสมอง คือ ไม่มีการประเมิน หรือการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดที่เสนอเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาโครงงานวิทยาศาสตร์ทั้งของตนเอง และของคนอื่นให้อิสระในการแสดงความคิด ยิ่งมีความคิดที่กว้างไกลมากเท่าไรยิ่งดี โดยมุ่งเน้นที่ปริมาณของทางเลือกในการแก้ปัญหาโครงงานวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งผสมผสานและปรับปรุงทางเลือกในการแก้ปัญหาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
(Torrance, 1962 : 3)

6. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3ด้าน คือ ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดยืดหยุ่นและ ความคิดคล่องของนักเรียนกลุ่มประชากร ในการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการวิจัย(Torrance, 1962, 3)

ประโยชน์ของการวิจัย

1. มีแบบอย่างการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์กายภาพสาขาฟิสิกส์

2. นักเรียนได้เรียนรู้จากนวัตกรรมที่เน้นองค์ความรู้พื้นฐาน ด้านฟิสิกส์ เรื่อง ปริมาณการวัดเนื้อหาวิชา เป็นที่รู้และเข้าใจของผู้เรียน เกี่ยวกับศาสตร์สาขานี้มากขึ้นตระหนักได้ว่าฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆต่อไป

3. ให้โอกาสนักเรียนที่จะปรับปรุงการเรียนรู้ และดึงเอาศักยภาพของแต่ละคนมาใช้ได้อย่างเต็มที่

4. ทำให้นักเรียนขยายขอบเขตไปใช้ในการเรียนรู้วิชาอื่นๆ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินการวิจัย ในหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551
2. ความคิดสร้างสรรค์
   - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
   - 2.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์
   - 2.3 ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์
   - 2.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
   - 2.5 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
   - 2.6 การวัดความคิดสร้างสรรค์
3. การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์
   - 3.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
   - 3.2 ประเภทของโครงงาน
   - 3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์
   - 3.4 การประเมินผลการเรียนรู้แบบของโครงงาน
4. ชุดกิจกรรม
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถ ในการแข่งขันในเวทีระดับโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544) พร้อมกันนี้ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษา

แห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2542)จากการวิจัย และติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรในช่วงระยะ 6 ปีที่ผ่านมา (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2546 ก., 2546 ข., 2548 ก., 2548ข.; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2547; สำนักผู้ตรวจราชการและติดตามประเมินผล, 2548 ; สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2547; Nutravong, 2002; Kittisunthorn, 2003) พบว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีจุดดีหลายประการ เช่น ช่วยส่งเสริมการกระจายอำนาจทางการศึกษาทำให้ท้องถิ่นและสถานศึกษามีส่วนร่วมและมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น และมีแนวคิดและหลักการในการส่งเสริมการพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวยังได้สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นที่เป็นปัญหาและความไม่ชัดเจนของหลักสูตรหลายประการทั้งในส่วนของเอกสารหลักสูตร กระบวนการนำหลักสูตร สู่การปฏิบัติ และผลผลิตที่เกิดจากการใช้หลักสูตร ได้แก่ ปัญหาความสับสนของผู้ปฏิบัติในระดับสถานศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา สถานศึกษาส่วนใหญ่กำหนดสาระและผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังไว้มาก ทำให้เกิดปัญหาหลักสูตรแน่น การวัดและประเมินผลไม่สะท้อนมาตรฐาน ส่งผลต่อปัญหาการจัดทำเอกสารหลักฐานทางการศึกษาและการเทียบโอนผลการเรียน รวมทั้งปัญหาคุณภาพของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถและคุณลักษณะที่พึงประสงค์อันยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

นอกจากนั้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550– 2554) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้ มีคุณธรรม และมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวการพัฒนาคนดังกล่าวมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะ พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

2.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

2.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

2.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

2.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ ถือว่าเป็นกระบวนทางความคิดที่มีความสำคัญต่อเด็ก ทำให้เด็กสามารถสร้างความคิด สร้างจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์คือพลังทางความคิดที่เด็กๆ ทุกคนมีมาแต่กำเนิด หากได้รับการกระตุ้น การพัฒนาพลังแห่งการสร้างสรรค์จะทำให้เด็ก เป็นคนมีอิสระทางความคิด มีความคิดฉีกกรอบ และสามารถหาหนทางในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เสมอ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547, 9)

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2546, 7) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม เรียกว่าความคิดแบบอเนกนัย ซึ่งทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมเป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ รอบตัว เกิดการเรียนรู้ เข้าใจ จนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองให้เกิดความคิดเชิงจินตนาการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์อันจะนำไปสู่การประดิษฐ์

คิดค้นสิ่งแปลกใหม่ หรือเพื่อการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยบูรณาการจากประสบการณ์และความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมา

เจ พี กิลฟอร์ด(อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล,2554,18) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นความสามารถทางสมอง เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลายทิศหลายทาง หรือแบบอเนกนัย และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ คนที่มีลักษณะดังกล่าวจะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิด

ทอแรนซ์(อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล,2554,18) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์ผลิตผลหรือสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งสิ่งต่างๆ อาจเกิดจากความรู้จากประสบการณ์แล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดได้หลายทิศทาง คิดได้กว้างไกล สามารถนำความรู้และประสบการณ์ต่างๆ มาใช้แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดที่ผสมผสานความคิดเดิมเกิดเป็นแนวคิดใหม่ได้โดยสามารถสร้างออกมาในรูปของผลงาน

ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับมนุษย์ นับเป็นคุณลักษณะที่มีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่นๆ และเป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนาในทุกสังคม สังคมใดประเทศใดที่สามารถแสวงหา พัฒนา และดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประชาชาติมาใช้ประโยชน์มากเท่าใด ก็ยิ่งมีโอกาสพัฒนา และเจริญก้าวหน้าได้มากเท่านั้น ทั้งนี้เพราะความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์

วราภรณ์ รักวิจัย (อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล,2554,18) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่สำคัญ และมีคุณค่าอย่างยิ่งสำหรับมนุษย์ที่อยู่ในสังคมปัจจุบันซึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผลจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม นวัตกรรมและเทคโนโลยีนั้นจะให้มนุษย์อยู่ในสังคมอย่างมีความสุข เป็นผู้ที่สามารถปรับตัวและรู้จักการคิดแก้ปัญหาต่างๆ เฉพาะหน้าได้อย่างรวดเร็ว ตามลักษณะและบุคลิกภาพของบุคคล

เพียงจิต ด่านประดิษฐ์ (อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล,2554,18) ได้ให้ความสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถด้านหนึ่งของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการกระทำอันเป็นการบุกเบิกความก้าวหน้าทั้งทางเทคโนโลยีและวิทยาการทั้งปวง

2. อำนวยประโยชน์สุขให้แก่บุคคล ลักษณะประการหนึ่งของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ เกิดความคิดริเริ่มขึ้นในสมองแล้วถ่ายทอดความคิดนี้ออกมาในรูปของการกระทำหรือผลงาน ดังนั้น จึงก่อให้เกิดความรู้และประดิษฐ์กรรมใหม่ตลอดจนนำความรู้และประดิษฐ์กรรมนั้นไปใช้ประโยชน์ ใช้อำนวยความสะดวก อำนวยประโยชน์สุขแก่ตนเอง

3. ช่วยให้บุคคลเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาได้ดี บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ย่อมเป็นที่ต้องการของสังคมเพราะความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้บุคคลมีความสามารถในการที่จะเข้าใจปัญหา การแก้ไขและคาดการณ์ล่วงหน้าถึงอุปสรรคที่จะเกิดขึ้นทำให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาได้ดี

4. ช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์เป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะนำตนเอง นำสังคม นำประเทศชาติไปสู่ความสำเร็จ

5. ช่วยให้บุคคลปรับตนได้ดี คนที่มีความคิดสร้างสรรค์มักเป็นคนที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงมีจินตนาการควบคู่กับความอุตสาหะ พยายาม จึงมักประสบความสำเร็จในชีวิตทางด้านการงาน และชีวิตครอบครัว

สุวิทย์ มูลคำ (2547,26-27) ได้ให้ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ค้นพบวิธีแก้ปัญหาในวิถีทางที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน สถานการณ์ของโลกปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในทุกด้าน หากเรายังใช้ความคิดแบบเดิมๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นจะต้องคิดสร้างสรรค์คิดใหม่ ขยายขอบเขตความคิดให้ทะลุทะลวง ออกไปจากเดิมให้ได้ จึงจะสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างลงตัว

2. ก่อให้เกิดนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่อย่างไม่หยุดยั้ง สภาวการณ์ ในการแข่งขันเสรีทางการค้านั้น ผู้ผลิตสินค้ามีความจำเป็นจะต้องพยายามคิดผลิตสินค้าใหม่ที่ดีกว่าคู่แข่งทั้งในเรื่องของความแปลกใหม่ คุณภาพ ราคาประโยชน์ใช้สอย เพื่อที่จะรักษาส่วนแบ่งของตลาดและอันดับในการแข่งขันไว้ได้ ดังนั้น จึงก่อให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ขึ้นตลอดเวลา

3. ช่วยให้พบหรือได้สิ่งที่ดีกว่าเดิม ปัจจุบันบุคคลในทุกอาชีพทุกองค์กร มีความจำเป็นจะต้องเรียน เพื่อพยายามปรับสภาพหรือพัฒนาวิชาชีพอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อก้าวสู่อนาคต ทันโลกทันเหตุการณ์ ในการพัฒนาวิชาชีพหรือพัฒนาองค์กร จึงมีความจำเป็นจะต้องพึ่งคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ทำให้ได้พบสิ่งใหม่ที่ดีกว่าเดิม

4. ช่วยให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความอดทนอดกลั้นการเผชิญ และยอมรับต่อสภาวการณ์ที่เป็นจริง รวมทั้งจินตนาการที่ควบคู่กับความอุตสาหะจะสามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม พึงพอใจมีชีวิตที่เป็นสุข

จากที่กล่าวว่าข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณลักษณะที่ช่วยให้บุคคลเข้าใจปัญหา สามารถเผชิญกับปัญหา แก้ปัญหาได้ดี และยังเป็นคุณลักษณะที่ช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย และช่วยสร้างความเจริญก้าวหน้าให้กับสังคม

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

1. รูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford's dimensional model)

เจ พี กิลฟอร์ด (อ้างถึงใน สิริลักษณ์นิติธรรมกุล,2554,20) เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกา กลุ่มจิตมิติ (Psychologist) ที่มีชื่อเสียงและรู้จักกันดีเกี่ยวกับงานการศึกษาของเขาด้านสติปัญญาของมนุษย์ เขาได้คัดค้านความคิดเห็นของ ชาร์ลสเปียร์แมน (Charles Spearman) ที่เห็นว่าทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยวองค์ประกอบสองตัว และองค์ประกอบหลายชนิดไม่สามารถที่จะอธิบายความสามารถเฉพาะ (Specific abilities) และได้เสนอมิติของโครงสร้างทางสติปัญญาของมนุษย์ ที่เรียกว่า Structure of intellect หรือเรียกย่อว่า SI ประกอบด้วยสามมิติ (Three Dimensional Model) ได้แก่

มิติที่ 1 ด้านเนื้อหา (Contents) หมายถึง วัตถุ หรือ ข้อมูลต่างๆ ที่รับรู้ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดความคิด เนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1) เนื้อหาที่เป็นรูปภาพ (Figural Content) ได้แก่ วัตถุที่เป็นรูปธรรมต่างๆ ซึ่งสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ (1) การเห็น (Visual) (2) การได้ยิน (Auditory) (3) สัญลักษณ์ (Symbolic)

2) เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ (Symbolic content) ได้แก่ ตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้น เช่น พยัญชนะ ระบบจำนวน ซึ่งตามปกติเมื่ออยู่ตามลำพังจะปราศจากความหมาย แต่เนื่องจากเราตั้งความหมายขึ้นจึงใช้สื่อความหมายได้

3) เนื้อหาที่เป็นภาษา (Semantic Content) ได้แก่ ข้อมูลข่าวสาร ที่มักจะอยู่ในรูปความหมายซึ่งแทนด้วยถ้อยคำหรือรูปภาพที่มีความหมาย

4) เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม (Behavior content) ได้แก่ สิ่งที่ไม่ใช่ถ้อยคำเป็นการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล บางครั้งเรียกว่าสติปัญญาทางสังคม (Social intelligence)

มิติที่ 2 ด้านปฏิบัติการ (operations) หมายถึง กระบวนการคิดต่างๆ ที่สร้างขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 5 ชนิด ดังนี้

1) การรับรู้และการเข้าใจ (cognition) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการรับรู้และทำความเข้าใจ กับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัว

2) การจำ (Memory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการสะสมเรื่องราว หรือข่าวสาร และสามารถระลึกได้เมื่อเวลาผ่านไปในปี ค.ศ.1988 กิลฟอร์ดได้แบ่งความจำเป็นเป็น 2 ชนิด คือ ความจำที่บันทึกไว้ (Recording) และ ความจำเป็นที่เก็บไว้ในความจำระยะยาว (Retention)

3) การคิดอเนกนัย เป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า และแสดงออกมาได้หลายๆ แบบ หลายวิธี ความคิดประเภทนี้มีความสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์

4) การคิดเอกนัย เป็นความสามารถที่เน้นเรื่องความถูกต้องของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด

5) การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินสิ่งที่รับรู้ จำได้ หรือ กระบวนการคิดนั้นมีคุณค่า ความถูกต้อง ความเหมาะสม หรือมีความเพียงพอหรือไม่อย่างไร

มิติที่ 3 ด้านผลผลิต หมายถึง ความสามารถที่เกิดขึ้นจากการผสมผสานมิติด้านเนื้อหา และด้านปฏิบัติการเข้าด้วยกันเป็นผลผลิต เมื่อสมองรับรู้วัตถุ/ข้อมูล ทำให้เกิดการคิดในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งสามารถให้ผลออกต่างๆ กัน 6 ชนิด ดังนี้

1) แบบหน่วย (Units) เป็นสิ่งที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และมีความแตกต่างจากสิ่งอื่นที่เป็นลักษณะเฉพาะ

2) แบบกลุ่ม (Classes) เป็นกลุ่มของสิ่งต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน

3) แบบความสัมพันธ์ (Relations) เป็นการเชื่อมโยง 2 สิ่งเข้าด้วยกัน เช่น เชื่อมโยงลูกโซ่ เชื่อมโยงคำ เชื่อมโยงความหมาย

4) ระบบ (System) เป็นแบบแผน หรือการรวมหน่วยจำพวกของข้อมูลข่าวสาร หรือการแสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนปรกอบ ซึ่งอาจเป็นทฤษฎี หลักการ

5) การแปลงรูป (Transformation) เป็นการเปลี่ยนแปลงการหมุนกลับ การขยายความข้อมูลจากสภาพหนึ่งไปยังอีกสภาพหนึ่ง เป็นต้นว่าการให้คำจำกัดความใหม่หรือการคิดแปลงข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่แล้วเสียใหม่

6) การประยุกต์ (Implication) เป็นผลการคิดที่คาดหวัง หรือการทำนายจากข้อมูลที่กำหนดให้

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ด จึงประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ 3 มิติ กิลฟอร์ดได้สร้างค่าการวัดความสามารถต่างๆ ตัวอย่างเช่น คำถามเพื่อใช้วัดความสามารถเกี่ยวกับความคล่องในการใช้คำ (Word fluency) ของกิลฟอร์ด ซึ่งประกอบด้วยวิธีการคิดอเนกนัยเนื้อหาสัญลักษณ์ และผลผลิตหน่วย กิลฟอร์ด จะให้เขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัว r และลงท้ายด้วย m ให้มากที่สุด โดยสรุปแล้วโครงสร้างเชาวน์ปัญญาของกิลฟอร์ดประกอบด้วยความสามารถที่แตกต่างกัน

180 ชนิด คือ (5 เนื้อหา x 6 วิธีการคิด x 6 ผลการคิด = 180) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชาวน์ปัญญาของบุคคลไม่ควรวัดโดยใช้คะแนนรวมเพียงอย่างเดียว แต่จะเปลี่ยนแปรได้ด้วยการฝึกหัดและการเรียนรู้

ในเรื่องสติปัญญา กิลฟอร์ดเชื่อว่า สติปัญญาเป็นผลรวมของความสามารถหลายด้านเข้าด้วยกัน ซึ่งความสามารถบางด้านอาจวัดได้ด้วยแบบทดสอบไอคิว (IQ) หรือ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนทั่วไป แต่ก็มีความสามารถอีกหลายด้านที่ไม่สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบดังกล่าว ด้วยเหตุนี้ทำให้กิลฟอร์ดทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ความคิดมีเหตุผล และการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะของการคิดอเนกนัย คือ ความสามารถในการคิดได้หลายทาง มีความยืดหยุ่นในการคิด ในส่วนของการวัดความคิดสร้างสรรค์ กิลฟอร์ดจะใช้แบบวัดวัดความสามารถทางการคิดในด้านการคิดอเนกนัย โดยวิธีวัดตัวประกอบในแต่ละหน่วยลูกบาศก์ตามโครงสร้างสามมิติ นอกจากนี้ กิลฟอร์ด ยังได้อธิบายรูปแบบการคิดแก้ปัญหาโดยทั่วไปว่า เป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ (Memory) การรับรู้และความเข้าใจ (Cognition) การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัยและการประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถทั้ง 5 ด้านนี้ จะผสมผสานกันเมื่อบุคคลได้รับและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยการแปลงรูปให้เข้ากับความรู้ที่มีอยู่ในส่วนประกอบของความจำ ซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูลก่อน จากนั้นจะประเมินกลั่นกรองเพื่อแยกแยะประเภทของข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น อาจจะใช้การคิดทั้งแบบเอกนัยและอเนกนัยสลับกันตามลักษณะของปัญหาว่าต้องการคำตอบแบบใด (Guilford, 1967 : อ้างในสุรางค์โควัตระกูล : 2545)

2. ทฤษฎีของอีพอลทอร์แรนซ์ (E.Paul Torrance)

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, 3) มีความเชื่อว่าการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น กล้าคิด กล้าแสดงออก จะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองอย่างเต็มที่ ทอร์แรนซ์ได้นิยามคิดสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหา สิ่งที่ขาดหายไป สิ่งที่ไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจอันเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไปได้ใช้แนวคิดแบบอเนกนัย มาเสนอเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1) ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ

3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

ทอร์แรนซ์ ได้เสนอกระบวนการคิดความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact – Finding) เริ่มจากความรู้สึกกังวล สับสน วุ่นวายขึ้นในใจแต่ยังไม่ทราบสาเหตุ จึงพยายามคิดว่าสิ่งที่ทำให้เกิดความเครียดคืออะไร

2) การค้นพบ (Problem – Finding) พิจารณาด้วยความมีสติจนเข้าใจรู้ถึงความกังวล วุ่นวาย สับสน และพบว่านั่นคือปัญหา

3) การค้นพบแนวคิด (Idea – Finding) คือ การตั้งสมมติฐาน ตลอดจนรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบความคิด

4) การค้นพบคำตอบ (Solution – Finding) ทำการทดสอบสมมติฐานจนสามารถพบคำตอบ

5) การยอมรับผลที่ได้จากการค้นพบ (Acceptance – Finding) ยอมรับข้อค้นพบที่เป็นคำตอบ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่าสิ่งที่ค้นพบได้จะนำไปสู่การเกิดแนวคิด และการค้นพบใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า การท้าทายใหม่(new challenge)(สุรางค์โค้วตระกูล, 2545)

ทอร์แรนซ์ ได้อาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ดซึ่งอธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้หลายทาง หรือ ที่เรียกว่าการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเขาได้นำมาศึกษาถึงองค์ประกอบ ดังนี้

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับที่มีอยู่ มีลักษณะความคิดที่ไม่ปกติธรรมดา (Wide idea) เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากนำความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

2) ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาที่จำกัด ความคิดคล่องแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะได้แก่

2.1) ความคิดคล่องด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2) ความคิดคล่องด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

2.3) ความคิดคล่องด้านการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงต่อกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4) ความคิดคล่องในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนหินให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

ความคิดคล่องในการคิด มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามต้องการ

3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทางไม่ซ้ำแบบ แบ่งออกเป็น

3.1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะจะพยายามคิดให้หลายหลากรูปแบบอย่างเป็นอิสระ

3.2) ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึงเป็นความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ซึ่งจะเป็นตัวเสริมให้มีความคิดคล่อง แปลกแตกต่างออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อน หรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้น

นับได้ว่าความคิดคล่องและความยืดหยุ่น เป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ คือเป็นการคิดหลายแง่มุมได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถใช้ในการสร้างทางเลือกไว้หลายทาง ความยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ได้ดี

4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดหรือตกแต่งเพื่อให้มีความสมบูรณ์ หรือปรับปรุง หรือพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ทฤษฎีของวอลลาซ และโคแกน

วอลลาซ และโคแกนได้ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์และได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถในการเชื่อมโยสัมพันธ์สิ่งหนึ่งไปยังสิ่งอื่นๆ ได้เขาอธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเกิดจากความคิดในสิ่งใหม่ๆ โดยใช้การลองผิดลองถูก วอลเลซ และโคแกน (อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล ,2554, 24) ได้เสนอทฤษฎีว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการอันหนึ่งซึ่งอยู่ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองอาการที่สิ่งเร้ากับการตอบสนองแสดงปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้เกิดการระลึกได้ ซึ่งถ้าสิ่งเร้าและการตอบสนองแสดงปฏิกิริยาต่อเนื่องกันไปได้มากก็ย่อมระลึกได้มาก ผู้ที่มีความคิด

สร้างสรรค์สูงจะระลึกได้มากหลายแง่มุม หลายทิศทาง ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำจะลึกได้น้อย การระลึกได้มากย่อมจะมีโอกาสในสิ่งที่ผู้อื่นระลึกไม่ได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นไปโดยความบังเอิญหรือจงใจก็ได้

ตามทฤษฎีของ วอลแลซ และโคเกน ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่างๆ ที่บุคคลสร้างสมมาจากการเรียนรู้นั่นเอง การที่บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ของตนเข้ากับสิ่งใหม่ให้มากที่สุด แสดงว่าประสบการณ์และการเรียนรู้มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำแนกออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2) ขั้นฟักตัว เป็นขั้นที่อยู่ในความสับสน ข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถจัดเป็นระบบระเบียบได้ เป็นขั้นของการหยุดความคิดไว้ชั่วคราว

3) ขั้นความคิดกระจ่าง เป็นขั้นที่ข้อมูลที่ผ่านการจัดระบบระเบียบ ผ่านการจัดระบบเชื่อมโยงความสัมพันธ์จนขมวดออกมาเป็นความคิดเห็นภาพพจน์ เกิดมโนทัศน์จากข้อมูลนั้นๆ เช่น อาร์คิเมดิสคิดออกเมื่อลงไปในอ่างน้ำ

4) ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง เป็นขั้นสุดท้ายของการใช้ความคิด 3 ขั้นที่ผ่านมาแล้วนำความคิดเหล่านั้นมาพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่

การศึกษาค้นคว้าและวิจัยของวอลลาซ และโคแกน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องแบบวัดและชุดการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ก็มีลักษณะคล้ายและใกล้เคียงกับแนวคิดและเทคนิคของทอร์แรนซ์ แต่ขาดความชัดเจนในกระบวนการวัดจึงมีผู้นำไปใช้ในการวิจัยค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับทอร์แรนซ์

4. ทฤษฎีการคิดสร้างสรรค์ของเดอโบโน

เดอโบโน (Edward De Bono) เป็นผู้นำด้านวิธีการสอนคิด เขาได้เสนอเทคนิคในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ว่า เป็นความสามารถที่จะคิดนอกกรอบเดิม ซึ่งปิดกั้นแนวคิดอยู่ ทำให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น และนำมาพัฒนาเพื่อใช้แก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ เดอโบโนเป็นผู้บัญญัติศัพท์คำว่า Lateral Thinking และ พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ ได้ใช้คำภาษาไทยว่า การคิดนอกกรอบ และในปัจจุบันคำศัพท์นี้มีบัญญัติไว้ในพจนานุกรมของอังกฤษอย่างเป็นทางการ

การพัฒนากระบวนการคิดของเดอโบโน (Edward De Bono,1995)

เอ็ดวาร์ดเดอโบโน ได้พัฒนากระบวนการคิดแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน (Five stager of thinking) ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมาย (TO) เป็นขั้นกำหนดเป้าหมายของการคิดและต้องระบุเป้าหมายที่ต้องการอ่านอย่างชัดเจน เป้าหมายแบ่งเป็น 2 ประเภท

1) เป้าหมายที่ต้องการไปได้ถึงหรือให้บรรลุ เช่น การแก้ปัญหา

2) เป้าหมายที่ต้องการรู้ให้ชัดเจน ถูกต้องสมเหตุสมผล เป้าหมายดังกล่าวนี้ไม่ใช่การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (LO) เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้และให้ข้อมูลได้มากเพียงพอ

ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือกที่เป็นไปได้ (PO) เป็นขั้นการทำข้อมูลที่รวบรวมมาสร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย และเป็นทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพราะเป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่างขั้นที่ 1, 2 และ 3, 4

ขั้นที่ 4 เลือกทางเลือกที่เหมาะสม เป็นขั้นของการเลือก หรือประเมินทางเลือกจากขั้นที่ 3 โดยให้ได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ต่อไปนี้

1) พิจารณาทางเลือกต่างๆ

2) ชั่งน้ำหนัก ข้อมูล โดยดูข้อดี ข้อด้อย ผลกระทบและถูกทาง

3) ตัดสินเลือกทางเลือกที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นการนำทางเลือกสู่การปฏิบัติ และเป็นการปฏิบัติทางชอบหรือถูกทาง

วิธีและเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิด

วิธีและเทคนิคการสอนเพื่อพัฒนาการคิดจากการรวบรวม (Edward de Bono,1991, 6) มีหลายวิธี ดังนี้

1) วิธีออสโมซิส (Osmosis) วิธีนี้ใช้กับผู้สอนที่มีสติปัญญาดี เฉลียวฉลาด และต้องใช้เวลานานในการสอนผู้เรียนจึงมักไม่นิยมใช้กันแพร่หลาย

2) วิธีสอนด้วยปัญญา (Intelligent teaching) เป็นวิธีสอนที่ใช้การถามคำถาม

3) กำหนดกิจกรรมให้เรียนทำ เน้นการวิเคราะห์ การแยกแยะข้อมูล ปัญหาของการใช้วิธีนี้ก็คือครูขาดทักษะการคิดหรือมีทักษะแต่มีไม่เพียงพอ

4) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เป็นวิธีที่ใช้มากในสหรัฐอเมริกา ซึ่งครูต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจะสามารถสอนผู้เรียนให้คิดได้

5) การสร้างสถานการณ์ (Simulation) เป็นวิธีสอนโดยใช้สถานการณ์ให้ผู้เรียนเล่นหมากรุก หมากฮอส ซึ่งการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนต้องมีกลยุทธ์ มีการวางแผน เลือกและตัดสินใจ

แต่พบว่าในชีวิตจริงนั้นไม่สามารถหาผู้เรียนที่มีความสามารถเล่นหมากรุก หมากฮอสได้ทั้งหมด วิธีการนี้จึงไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย

6) การอภิปราย (discussion) วิธีนี้ใช้กับอย่างแพร่หลายโดยให้ผู้เรียนอภิปรายปัญหาหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งครูต้องพยายามหาวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนคิด มักเป็นวิธีที่ใช้กับเนื้อหาวิชาเป็นหลัก(Edward De bono, 1995,1991; อ้างถึงใน สำนักนายกรัฐมนตรี, 2547)

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

กิลฟอร์ด(อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล,2554,24) อธิบายถึงสมรรถภาพทางสมองว่าแบ่งเป็น 3 มิติ คือ เนื้อหา (Contents) วิธีการคิด (operations) และผลของการคิด (Products)

เนื้อหา (Contents) หมายถึง ความรู้ ข้อมูล และประสบการณ์ที่สมองรับรู้ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

วิธีการคิด (operations) หมายถึง การปฏิบัติหรือการคิดซึ่งเป็นกระบวนการทำงานของสมอง โดยเริ่มตั้งแต่การตีความเนื้อหา สะสมความรู้หรือข้อมูลต่างๆ ไว้ในรูปของความจำรวมถึงการคิดเพื่อตอบสนอง ซึ่งแบ่งออกเป็นการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) และการคิดแบบเอกนัย(Convergent thinking)และการสรุปประเมินค่า

ผลของการคิด หมายถึง การแสดงผลการทำงานของสมองหรือผลที่ได้จาการคิด ได้แก่ ความสามารถในการจำแนก การจัดเข้าพวก การจัดระบบความสัมพันธ์ของเนื้อหา เป็นต้น

โครงสร้างทางสติปัญญาจะซับซ้อนขึ้นตามอายุและวุฒิภาวะ กิลฟอร์ดอธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติที่ 2 คือ วิธีการคิด เป็นลักษณะการคิดแบบอเนกนัย กล่าวคือ เมื่อมีเนื้อหาหรือข้อมูลผ่านเข้ามาในการรับรู้ ผู้มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถคิดตอบสนองได้หลากหลายทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

ลักษณะของการคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นลักษณะการคิดอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย

1. ความริเริ่มในการคิด
2. ความยืดหยุ่นในการคิด
3. ความละเอียดลออในการคิด

ความริเริ่มในการคิด หมายถึงลักษณะความคิดแปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความริเริ่มแปลกใหม่ในที่นี้ อาจแสดงออกในรูปลักษณะทางผลผลิตหรือกระบวนการคิดก็ได้ เช่น การตีความการรับรู้เนื้อหาต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาสู่ประสาทสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น เมื่อเห็นรูป(การตีความตามความเคยชินจะรับรู้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยม แต่หากพยายามคิดให้แตกต่างออกไป จะเห็นว่ารูป อาจเป็นสองมุมฉาก เป็นเส้นตรงสี่เส้น หรือเป็นการเรียงตัวของจุดก็ได้ซึ่งเป็นการมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่

ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิดแบ่งออกเป็น

1. ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถจะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ บางคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ว่ามีอะไรบ้างได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงทิศทางเดียว

2. ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

ยกตัวอย่างการคิดของบุคคลที่มีความคิดยืดหยุ่น สามารถคิดได้มากประเภทกว่า เช่น ในเวลา 5 นาที ให้คิดว่าจะสามารถใช้ผักตบชวาทำอะไรได้บ้าง คำตอบคือ เปลยวน ห่อขนม กิ๊บติดผม ลูกบอล กระเป๋า รองพานปักดอกไม้ ปุ๋ยหมัก กระทง หมวก ดอกไม้แห้ง เก้าอี้นั่ง ตะกร้า ตะกร้อ เสื่อ กรองน้ำเสีย อาหารหมู กำไลมือ ชั้นวางหนังสือ ที่รองหม้อ ซึ่งสามารถจัดเป็นประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 เฟอร์นิเจอร์ เปลยวน เก้าอี้นั่ง ชั้นวางหนังสือ

ประเภทที่ 2 เครื่องใช้ หมวก ตะกร้า เสื่อ กระเป๋า ที่รองหม้อ ห่อขนม

ประเภทที่ 3 เครื่องประดับ กำไลมือ กิ๊บติดผม

ประเภทที่ 4 อาหารสัตว์ อาหารหมู อาหารไก่ อาหารเป็ด

ประเภทที่ 5 การเกษตร ปุ๋ยหมัก กรองน้ำเสีย

ความละเอียดลออในการคิด หมายถึงความคิดเกี่ยวรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง เพื่อทำให้ความคิดที่เกิดขึ้นนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ความคิดละเอียดลออ เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จได้ ซึ่ง เคลเลอร์ (อ้างถึงใน สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล, 2554, 26) อธิบายว่า “ความคิดสร้างสรรค์ไม่เพียงแต่ประกอบด้วยสิ่งแปลกใหม่แต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ในความแปลกใหม่และความพิเศษนั้นจะต้องตระหนักถึงความสำเร็จสร้างสรรค์ด้วย ดังนั้นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงไม่เพียงแต่มีความคิดใหม่เท่านั้น แต่เขาจะต้องพยายามคิด และประสานความคิดติดตามให้ตลอดหรือจนเกิดความสำเร็จ ตัวอย่างเช่น บุคคลที่มีท่าทีว่าจะเป็นกวีนั้น เขาไม่เพียงแต่ชอบ และคิดในเรื่องของความงดงามของบทกลอนเท่านั้น แต่เขาจะต้องพยายามสร้างผลงานบทกวีขึ้นมาด้วย หรือหากบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ในทางทักษะการประดิษฐ์ต่างๆ แทนที่เขาจะเล่นกับลวดโลหะ เขาก็คิดและสร้างมันให้เป็นวิทยุขึ้นมาได้

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นความคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดคล่องตัว ซึ่งเป็นปริมาณของความคิดที่มีจำนวนมาก ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง การจัดหมวดหมู่ หรือประเภทของความคิดให้มีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น ส่วนความคิดละเอียดลออ หมายถึง การเพิ่มเติมสาระของความคิดนั้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่านให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ณัฐพงษ์ เจริญทิพย์ (อ้างถึงใน สายพิน กองกระโทก, 2552, 61-62) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคล อันเป็นผลจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป ใช้ความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปเป็นเชื้อ และปรุงแต่งด้วยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จนสามารถสร้างผลงานที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคม

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, 117) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึงความสามารถในการคิด เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่กำลังประสบอยู่ โดยใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สำเร็จ วรรณพิรณ (อ้างถึงในไพรินทร์ต๋ำคำ, 2550, 60-61) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่นและความคล่องในการคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ สติปัญญาและจิตใจที่สนใจจะแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

พิลท์และซันด์ (อ้างถึงในไพรินทร์ ต๋ำคำ, 2550, 60-61) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแนวทางการคิดและการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นความคิดริเริ่มในด้านความคิดแล้ว ยังเน้นถึงการริเริ่มพัฒนาความคิดเพื่อได้ซึ่งผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้น เน้นความคิดใหม่และความมีศิลปะทั้งสองประการพร้อมกัน นอกจากนี้ความสามารถที่จำเป็นของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความสามารถในการจดจำปัญหา ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่ ความสามารถในการจัดระเบียบความคิดและความสามารถในการประเมิน

Moravcsik (อ้างถึงในไพรินทร์ ต๋ำคำ, 2550, 60-61) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการคิดค้นหาความรู้ใหม่ๆ อันเป็นการตอบสนองความมุ่ง

หมายของวิทยาศาสตร์ 2 ประการ คือ 1) สามารถเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี 2)ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวได้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษากล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่ โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง และความคิดละเอียดลออ

2. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ Guildford And Christensen (Anastasi, 1988, 316-350) เป็นนักจิตวิทยากลุ่มแรกที่ได้ริเริ่มการพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guildford And Christensen ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับและเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ โดยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับ มีรายละเอียด ดังนี้

1) ความคิดคล่องในการจำ (Word Fluency) เป็นการเขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้

2) ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency) เป็นการเขียนชื่อสิ่งของที่มีคุณสมบัติตามลักษณะที่กำหนดให้ เช่น ให้บอกชื่อของสิ่งของที่กลมและมีสีขาว

3) ความคล่องด้านการเชื่อมโยง (Associational Fluency) เป็นการเขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้

4) ความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นการสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้ โดยกำหนดอักษรตัวแรกของแต่ละคำให้และห้ามให้ใช้คำซ้ำ

5) การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Ultimate Uses) เป็นการบอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ในลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อื่นอย่างไรบ้าง

6) การสรุปผล (Consequence) เป็นการบอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนจะเกิดอะไรขึ้น เป็นต้น

7) ประเภทอาชีพ (Possible Jobs) เป็นการบอกอาชีพต่าง ๆ ทีเกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น กำหนดคำว่าหลอดไฟ อาชีพที่เกี่ยวข้อง คือ วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟ เป็นต้น

8) การวาดรูป (Making Objects) เป็นการวาดรูปของสิ่งของจากเซทของรูปที่กำหนดให้ เช่น วงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่ต่อเติมรูปหรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก

9) การร่างรูป (Sketches) เป็นการต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันมากที่สุด

10) การตกแต่ง (Decoration) เป็นการตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

11) การแก้ปัญหา (Match Problem) เป็นการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ให้เอาจำนวนก้านไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้านไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

เนื่องจาก Guildford เป็นนักจิตวิทยาที่มุ่งเน้นอธิบายโครงสร้างทางสติปัญญาว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบทางสติปัญญามิติใดบ้าง มากกว่าการพยายามอธิบายการเกิดและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ทฤษฎีนี้ก็เป็นแนวทางให้ Torrance พัฒนาทฤษฎีขึ้นมาในลักษณะที่เป็นการสร้างแบบทดสอบชุดการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติได้

ทอร์แรนซ์(Anastasi, 1988, 355-370) ได้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์มีชื่อว่า MTCT (Minnesota test of creative thinking) ต่อมาใช้ชื่อว่า TTCT (Torrance test of creative thinking) ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ได้หลายระดับอายุ ประกอบด้วยการวัดกิจกรรม 3 อย่าง คือ

1) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Picture)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพมี 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่งทอร์แรนซ์ได้กำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้ายกัน มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน แต่แตกต่างกันในสิ่งเร้าที่กำหนด แบบทดสอบทั้งสองฉบับสามารถใช้สำหรับระดับชั้นอนุบาลศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ชุด ซึ่งทอร์แรนซ์เรียกแบบทดสอบย่อยว่ากิจกรรม แบบทดสอบย่อยนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction)

เป็นการต่อเติมรูปภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ซึ่งสิ่งเร้านั้นมีลักษณะเป็นกระดาษสติกเกอร์สีเขียว รูปไข่ โดยให้ต่อเติมภาพให้แปลกใหม่น่าตื่นเต้น และน่าสนใจที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่วาดให้แปลกที่สุด

2) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Word)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษามี 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน แบบทดสอบนี้เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ลักษณะของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาประกอบด้วยกิจกรรม 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมชุดที่ 1 การตั้งคำถาม

เป็นการตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุด เพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามที่ตั้งขึ้นนั้นต้องไม่เป็นคำถามที่สามารถตอบได้เพียงแต่เหลือบดูรูปภาพเท่านั้น แต่จะต้องตอบจากการใช้ความคิด

กิจกรรมชุดที่ 2 การเดาสาเหตุ

เป็นการเขียนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของรูปภาพในกิจกรรมที่ 1 ให้มากที่สุด

กิจกรรมชุดที่ 3 การเดาผลที่จะเกิดตามมา

เป็นการเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมชุดที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น

เป็นการดัดแปลงสิ่งของในภาพที่กำหนดให้ และมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

กิจกรรมชุดที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ

เป็นการเขียนรายชื่อหรือบอกรายการสิ่งของที่น่าสนใจและแปลกที่ทำมาจากสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมชุดที่ 6 ตั้งคำถามแปลก ๆ

เป็นการตั้งคำถามแปลกเกี่ยวกับสิ่งของต่าง ๆ ที่กำหนดให้

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล

เป็นการเขียนสิ่งที่คิดหรือคาดเดา ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาทอร์แรนซ์ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

(1) คะแนนคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

(2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

(3) คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น Sandra And Robert (2001, 102) อธิบายถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่า สถานการณ์ในแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นควรเกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ แต่ไม่ควรเน้นเนื้อหาที่ได้เรียนรู้โดยตรง เนื่องจากจะทำให้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลายเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Phillip And Weiping (2005) ได้พัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีอายุ 13 ปี โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ฉบับทดสอบภาษา โดยวัดลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) การใช้ประโยชน์ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับให้มากที่สุดจากการนำสิ่งของที่กำหนดมาให้มาใช้ โดยสถานการณ์นี้ได้กำหนดสิ่งของ คือ แก้วน้ำ

(2) การตั้งคำถาม เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนคำถามทางวิทยาศาสตร์มาให้มากที่สุดโดยสถานการณ์สมมติให้นักเรียนสามารถเดินทางไปยังอวกาศได้

(3) การปรับปรุงสิ่งของให้ดีขึ้น เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบปรับปรุงสิ่งของที่กำหนดมาให้ได้มากที่สุด โดยสถานการณ์ให้นักเรียนปรับปรุงเกี่ยวกับจักรยานทั่วไป

(4) การคาดเดาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยสถานการณ์สมมติให้ถ้าโลกนี้ไม่มีแรงโน้มถ่วงจะเกิดอะไรขึ้น

(5) การแก้ปัญหา เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาจากปัญหาที่กำหนดให้ มาให้ได้มากที่สุด โดยสถานการณ์ที่นักเรียนหาวิธีการแบ่งรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็นสี่ส่วนที่เท่าๆ กัน

(6) การออกแบบการทดลอง เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลอง ซึ่งนำไปสู่วิธีการตอบปัญหาที่ได้กำหนดไว้ โดยสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพของผ้าเช็ดมือ

(7) การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เป็นสถานการณ์ที่ให้นักเรียนวาดรูปซึ่งแสดงถึงหน้าที่ของชิ้นส่วนต่างๆ ในสิ่งประดิษฐ์นั้น โดยสถานการณ์ให้นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บลูกแอบเปิ้ล

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โตยอาศัยภาษาของทอร์แรนซ์โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

(1) คะแนนคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

(2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

(3) คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละข้อ

3) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยเสียงและภาษา (Thinking Creatively with Sounds And Word : Sounds And Images)

สำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นได้มีขึ้นในครั้งแรกโดยทัศนีย์ พฤกษชลธาร (อ้างในไพรินทร์ ต๋ำคำ. 2550 : 64-65) สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ฉบับทดสอบภาษาเขียนประกอบด้วย 3 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1 "สมมติว่า" เป็นการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเขียนเหตุการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ให้มากที่สุดในสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีคำถามว่า สมมติให้โลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนคนมองเห็นกันแค่ขาเท่านั้นจะเกิดอะไรขึ้น และมันจะทำให้ชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง

ข้อ 2 "ทิ้งไข่" เป็นการกำหนดปัญหามาให้แล้วให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยตั้งคำถามว่า ให้นักเรียนออกแบบวิธีการทดลองที่จะทิ้งไข่ดิบ 1 ฟอง ลงจากตึก 3 ชั้น โดยเมื่อไข่ตกถึงพื้นดินไข่ยังไม่แตก (นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ใด ๆ ช่วยก็ได้)

ข้อ 3 "ปลาทอง" เป็นการกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนคิดวางแผนและออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนเอาปลาทองไปทดลองด้วยวิธีแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยไม่ให้ปลาทองบาดเจ็บถึงกับพิการหรือตายได้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบได้อิงหลักการให้คะแนนเช่นเดียวกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาของทอร์แรนซ์โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

(1) คะแนนคิดคล่อง พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของคำตอบที่ไม่ซ้ำ

(2) คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

(3) คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกๆ แตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0 – 1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2 – 4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม

สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ละคนคิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โครงงานวิทยาศาสตร์หมายถึงการเรียนโดยผ่านกิจกรรมที่เกิดจากความสนใจการศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติจริงของผู้เรียนที่มีการจัดระบบและกระบวนการในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเพื่อให้ได้คำตอบที่ตนเองต้องการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งซึ่งทุกขั้นตอนจากประสบการณ์จริงด้วยตนเองหรือกลุ่มความสนใจของผู้เรียน (ถวัลย์มาศจรัสและมณีเรืองขำ, 2549, 16)

โครงงานวิทยาศาสตร์หมายถึงกิจกรรมวิทยาศาสตร์การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่นั้นทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน (พิมพันธ์เดชะคุปต์, 2548, 47)

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองได้ปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษาสำรวจค้นคว้าทดลองประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานหมายถึงกระบวนการทำงานที่ผู้เรียนทำด้วยตนเองตามจุดประสงค์ที่กำหนดแล้วเสนอผลงานต่อผู้สอน (ชาตรีเกิดธรรม,2547,5)

โครงงานวิทยาศาสตร์หมายถึงกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถความถนัดและความสนใจโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นใดไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้นๆโดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอยางใกล้ชิดตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้าดำเนินการวางแผนกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและการนำเสนอผลงานโดยทั่วๆไปการทำโครงงานสามารถทำให้ทุกๆระดับการศึกษาซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงงานอาจเป็นโครงงานเล็กๆที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหรือเป็นโครงงานใหญ่ที่มีความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้ (ศิวารักษ์ ชนะสงคราม,2550,18)

จากความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์หมายถึงกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถความถนัดและความสนใจโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิดตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้าดำเนินการวางแผนกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและการนำเสนอผลงานอาจเป็นโครงงานเล็กๆที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหรือเป็นโครงการใหญ่ทีมีความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้ได้พัฒนาการเรียนรู้เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

ประเภทของโครงงาน

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์สามมารถแบ่งตามลักษณะของกิจกรรมแตกต่างกันดังนี้

ศิวารักษ์ ชนะสงคราม (2550,19) ได้แบ่งประเภทของโครงงานได้ 4 ประเภทคือ

1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล

โครงงานประเภทนี้ผู้เรียนเพียงต้องการสำรวจและรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆเพื่อให้เห็นลักษณะและความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นตัวอย่าง โครงการประเภทนี้เช่น

1.1 การสำรวจประชากรและชีวิตของสิ่งต่างๆเช่นสัตว์พืชหินแร่ฯลฯในท้องถิ่นหรือบริเวณที่ต้องการศึกษา

1.2 การสำรวจพฤติกรรมต่างๆของสัตว์ในธรรมชาติ

1.3 การสำรวจคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆที่ต้องการศึกษา

1.4 การสำรวจมลพิษของอากาศในแหล่งต่างๆ

2. โครงการประเภทการทดลอง

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อรักษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษาโดยควบคุมตัวแปรอื่นๆที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ 1ต้องการศึกษาไว้โดยทั่วๆไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วยการกำหนดปัญหาการตั้งจุดประสงค์หรือสมมติฐานการออกแบบการทดลองการดำเนินการทดลองการรวบรวมข้อมูลการแปรผลและการสรุปผลการทดลองตัวอย่างโครงการประเภทนี้เช่น

2.1 การศึกษาเปรียบเทียบผลของสารเคมีที่มีต่อพัฒนาการทางกายและการเจริญเติบโตของหนูขาว

2.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นของผงซักฟอกที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพด

2.3 ผลของความเข้มข้นของแสงที่มีต่อการสลายตัวของวิตามินซี

3. โครงงานประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือด้านอื่นๆมาประดิษฐ์ของเล่นเครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆซึ่งอาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้อาจเป็นไปในด้านวิทยาศาสตร์หรือด้านสังคมอาจรวมถึงการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดต่างๆด้วยตัวอย่างโครงการประเภทนี้เช่นโครงการประดิษฐ์ของเล่นของใช้ของประดับตกแต่งจากวัสดุโครงการผลิตสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โครงงานเครื่องจักรกลพลังงานแม่เหล็กหุ่นยนต์ใช้งานในบ้านลิฟท์พลังงานโน้มถ่วงแบบจำลองการใช้พลังงานความร้อนใต้ดินแบบจำลองการวางผังชุมชนแบบจำลองการวางผังบริหารองค์กร

4. โครงการประเภททฤษฎีหลักการหรือแนวคิด

เป็นโครงการที่ผู้ทำโครงงานได้เสนอทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดใหม่ๆซึ่งอาจจะอยู่ในรูปสูตรสมการหรือคำอธิบายก็ได้โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาหรือข้อตกลงขึ้นมาเองแล้วนำเสนอทฤษฎีหลักการแนวคิดหรือจินตนาการของตนเองตามกติกาหรือข้อตกลงนั้นหรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายสิ่งของหรือปรากฏการณ์ในแนวคิดใหม่ทฤษฎีหลักการแนวคิดหรือจินตนาการที่เสนอนี้อาจจะใหม่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนหรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิมหรือเป็นการขยายทฤษฎีหรือแนวคิดเดิมก็ได้การทำโครงการประเภทนี้มีจุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำโครงงานต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆอย่างดีโดยทั่วไปโครงการประเภทนี้มักเป็นโครงการทางวิทยาศาสตร์เช่นโครงงานเกษตรทฤษฎีใหม่ทฤษฎีของจำนวนฯลฯ

พิมพันธ์เดชะคุปต์พเยาว์ยินดีสุขและราเชนมีศรี (2553, 28) ได้แบ่งประเภทของโครงงานเป็น 3 ประเภทคือ

1. โครงการประเภทสำรวจ

โครงงานประเภทสำรวจเป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันโครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาทำเป็นหมวดหมู่และนำเสนอแบบต่างๆอย่างมีแบบแผนเพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้นการปฏิบัติตามโครงการนี้นักเรียนจะต้องไปศึกษารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆเช่นสอบถามสัมภาษณ์สำรวจโดยใช้เครื่องมือเช่นแบบสังเกตแบบสอบถามแบบสัมภาษณ์แบบบันทึกฯลฯในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา

2. โครงงานประเภททดลอง

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรหรือจะมีอะไรเกิดขึ้นเมื่อมีการทดลองสิ่งที่จัดกระทำขึ้นคือตัวแปรต้นเพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือตัวแปรตามอย่างไรด้วยมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆคือตัวแปรควบคุมที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. โครงงานประดิษฐ์

โครงงานประเภทนี้เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์คือการนำความรู้ทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆเพื่อประโยชน์ในการเรียนการทำงานหรือการใช้สอยอื่นๆการประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำหรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ โครงการประเภทนี้มีการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะจึงเรียกว่าโครงการทดลองเชิงพัฒนา

ชาตรีเกิดธรรม (2547, 6) แบ่งลักษณะของการดำเนินงานซึ่งแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 4 ประเภทคือ

1. โครงงานประเกทสำรวจข้อมูลรวบรวมข้อมูล

จุดประสงค์เพื่อสำรวจรวบรวมข้อมูลด้านต่างๆแล้วนำมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนออย่างมีระบบเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและได้ผลดียิ่งขึ้นโดยในการทำโครงการประเภทนี้ผู้เรียนจะต้องใช้วิธีการต่างๆในการสำรวจรวบรวมข้อมูลเช่นการสัมภาษณ์สอบถามสำรวจ

2. โครงการประเภทศึกษาค้นคว้า

จุดประสงค์เพื่อแสวงหาความรู้จากแหล่งวิทยาการต่างๆเช่นห้องสมุด สำนักงานสถาบันเว็บไซต์ต่างๆผู้เชี่ยวชาญหรือผู้รู้ในเรื่องนั้นๆโดยตรงเป็นการฝึกฝนหาแนวทางในการ

แสวงหาความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเพื่อนำมาเทียบเคียงกับความรู้ที่ได้โดยตรงจากหนังสือเรียนตำราหรือเอกสารทางวิชาการรวมทั้งเป็นการศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่อค้นหาหรือตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือทฤษฎีซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าทดลองอาจคลาดเคลื่อนไม่ครบถ้วน

3. โครงการประเภททดลอง

ลักษณะของโครงงานประเภทนี้ต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหรือตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตามและมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆที่ไม่ต้องการศึกษาที่จะส่งผลให้การศึกษาคลาดเคลื่อนขั้นตอนการทำโครงการประเภทนี้จะต้องมีการกำหนดปัญหาตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลองดำเนินการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้แปรผลสรุปผลการทำโครงงานประเภททดลองนี้ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นเสียก่อนเพื่อให้ได้ข้อมูลบางประการมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการกำหนดรายละเอียดต่างๆของการศึกษาค้นคว้าจริงต่อไป

4. โครงงานสิ่งประดิษฐ์

จุดประสงค์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จากการสังเกตวิเคราะห์เครื่องมือเครื่องใช้หรือวิธีการในการจัดการต่างๆ แล้วพัฒนาหรือสร้างขึ้นใหม่เพื่อสนองความต้องการของสังคมตามความรู้ความสามารถที่มีอยู่การพัฒนาหรือสร้างชิ้นงานนี้มักจะเกิดขึ้นหลังจากทำโครงการสำรวจข้อมูลและโครงการทดลองมาก่อน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์เดชะคุปต์พเยาว์ยินดีสุขและราเชนมีศรี (2553, 25) ได้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นขั้นตอนการดำเนินการทำโครงการเพื่อหาคำตอบของปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา : สังเกตสรุปอ้างอิงแยกแยะเปรียบเทียบวิเคราะห์สื่อสารและกำหนดปัญหาเพื่อหาคำตอบ

2. ออกแบบการรวบรวมข้อมูล :ตั้งสมมติฐานคิดเชิงเหตุผลการพิสูจน์สมมติฐานการระบุตัวแปรการนิยามเชิงปฏิบัติการการวางแผนเพื่อวิธีเก็บข้อมูลการสร้างเครื่องมือการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูล

3. ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล : การสังเกตการสัมภาษณ์การสอบถามการวัดการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือการใช้ตัวเลขการบันทึกผล

4. วิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูล : การสังเกตการแยกแยะการจัดกลุ่มการจำแนกประเภทการเรียงลำดับการจัดระบบการใช้ตัวเลขรวมทั้งการสื่อความหมายข้อมูลแบบต่างๆเช่นตารางกราฟภาพเป็นต้น

5. สรุปผล : การแปลผลข้อมูลการอุปนัยการนิรนัยการสรุปผลจากข้อมูล

ชาตรีเกิดธรรม (2547, 9) ได้แบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ๆได้ 6 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องโครงงาน

การเลือกเรื่องโครงงานควรเป็นไปตามความสามารถความถนัดความสนใจและความต้องการของตนเองการสำรวจและการเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานเป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงงานซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญมาก

หัวเรื่องที่จะศึกษาคือปัญหาหรือข้อสงสัยที่ผู้ทำโครงงานอยากรู้อยากเห็นและต้องการคำตอบซึ่งปัญหาหรือข้อสงสัยที่จะศึกษานั้นอาจหมายถึงเรื่องที่เป็นปัญหาจริงๆที่ประสบในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องก็เพื่อจะได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องที่จะทำการศึกษาซึ่งจะช่วยให้โครงงานประสบผลสำเร็จได้มากขึ้นในขั้นตอนนี้จะรวมไปถึงการขอคำปรึกษาการสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เกี่ยวข้องและยังรวมไปถึงการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆในการทำโครงงานด้วย

ขั้นที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงงาน

การเขียนเค้าโครงของโครงงานประกอบด้วยหัวข้อต่างๆที่จำเป็นซึ่งควรประกอบด้วยองค์ประกอบและรูปแบบดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงงาน (ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัดชัดเจนชี้ชัดในเรื่องที่จะทำว่าทำอะไรกับใครอย่างไร)

2. ชื่อผู้ทำโครงงาน/ชั้น/ปีการศึกษา

3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

4. ระยะเวลาดำเนินงาน (ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้น)

5. แนวคิดที่มาและความสำคัญหรือปัญหา (แนวคิดและที่มาของการทำโครงงานเรื่อง

6. หลักการและเหตุผล (เป็นการสืบค้นความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่องที่ใช้หลักการหรือทฤษฎีอะไรมาสนับสนุน)

7. จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ศึกษา (สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทำโครงงาน)

8. สมมติฐานของการศึกษา (ถ้ามี) กรณีเป็นโครงการประเภททดลอง : ข้อตกลง/ข้อกำหนดเพื่อเป็นแนวทางในการพิสูจน์ให้เป็นไปตามที่กำหนด)

9. ขั้นตอนการดำเนินงาน (เป็นการกำหนดว่าขั้นตอนการดำเนินงานเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์สถานที่ตลอดจนค่าใช้จ่าย)

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ผลที่ต้องการให้เกิดขึ้น)

11. เอกสารอ้างอิง/บรรณานุกรม (เอกสารข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆที่นำมาใช้ในการทำโครงงาน)

ขั้นที่ 4 การปฏิบัติโครงงาน

การปฏิบัติโครงการเป็นการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงงานหลังจากทีโครงงานได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ผู้สอนแล้วในการปฏิบัติงานตามโครงการต้องปฏิบัติด้วยความรอบคอบประหยัดต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆไว้อย่างละเอียดซึ่งรวมถึงปัญหาอุปสรรคต่างๆด้วยต้องจัดข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบเพื่อที่จะได้นำเสนอข้อมูลได้ง่ายและถูกต้องรวมทั้งเพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการดำเนินงานในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน

ขั้นตอนนี้เป็นการเขียนรายงานสรุปผลรายงานผลการดำเนินโครงการและประเมินผลงานของตนเองเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบแนวคิดวิธีดำเนินงานผลการดำเนินงานตลอดจนข้อสรุปว่าได้ผลตามจุดประสงค์เพียงใดมีข้อบกพร่องอย่างไรและมีข้อสังเกต/แนวคิดที่ได้จากการทำงานนี้อย่างไร

การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายกระชับชัดเจนและครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงการที่ได้ทำไปแล้วรูปแบบการเขียนรายงานโครงงานที่ทำสำเร็จแล้วให้สมบูรณ์ทำได้2แบบคือแบบง่ายๆและเขียนแบบงานวิจัยซึ่งเป็นมาตรฐาน

จากการศึกษาขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีหลายขั้นตอนแต่ละขั้นตอนไม่ยุ่งยากและซับซ้อนในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องกำหนดขั้นตอนให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นและสาระการเรียนรู้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ของพิมพันธ์เดชะคุปต์พเยาวยินดีสุขและราเชน์มีศรี (2553, 25)ชาตรีเกิดธรรม (2547, 9) และวิมลศรีสุวรรณรัตน์ (2544, 20) มาสังเคราะห์เป็นกรอบความคิดในการวิจัยมี 6 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. กำหนดปัญหาที่ศึกษาเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการเรียนรู้แบบโครงงานกำหนดปัญหาเพื่อหาคำตอบ

2. ตั้งสมมติฐาน(คาดคะเนคำตอบ) เกี่ยวกับปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหานั้นกำหนดตัวแปรแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม

3. ออกแบบการทดลองวิธีการศึกษาค้นคว้า

4. ลงมือปฏิบัติรวบรวมข้อมูลการบันทึกข้อมูลเป็นตารางความเรียงการบันทึกเป็นตัวเลขการวาดภาพหรือบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูปฯลฯ

5. วิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลวิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูลจากการสังเกตการแยกแยะการจัดกลุ่มการจำแนกประเภทการเรียงลำดับการจัดระบบการใช้ตัวเลขรวมทั้งการสื่อความหมายข้อมูลแบบต่างๆเช่นตารางกราฟภาพเป็นต้น

6. นำเสนอผลงานที่ได้จากการทดลองนำมาประเมินผลอภิปรายโดยการศึกษาจากเอกสารหลักฐานมาประกอบว่ามีข้อความแตกต่างกันเพราะอะไรนักเรียนจะต้องหาเหตุผลหรือข้อเสนอแนะให้ได้

การประเมินผลการเรียนรู้แบบของโครงงาน

การประเมินผลเป็นหัวใจของการเรียนการสอนซึ่งสะท้อนภาพความสำเร็จการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลว่ากิจกรรมที่ทำไปนั้นบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไรปัญหาและอุปสรรคที่พบคืออะไรบ้างได้ใช้วิธีการแก้ไขอย่างไรผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการทำโครงงานซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้แบบของโครงการมีดังนี้

1. ผู้ประเมินโครงงานอาจดำเนินการด้วยบุคคลต่อไปนี้

1.1 ผู้เรียนประเมินตนเอง

1.2 เพื่อนช่วยประเมิน

1.3 ผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาประเมิน

1.4 ผู้ปกครองประเมิน

1.5 บุคคลอื่นๆที่สนใจและมีส่วนเกี่ยวข้อง

ผู้เรียนประเมินตนเองจะแสดงออกให้เห็นว่าผู้เรียนเจ้าของโครงงานซึ่งอาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มทำงานไม่ความพึงพอใจต่อขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละขั้นที่ได้กำหนดหรือร่วมกันกำหนดขึ้นเองเพียงใดมีหัวข้อกิจกรรมที่ยังขาดตกบกพร่องจะต้องเพิ่มเติมในส่วนใดบ้างความละเอียดรัดกุมในแต่ละขั้นเป็นอย่างไร

ผู้ประเมินซึ่งเป็นเพื่อนร่วมชั้นอาจให้ข้อคิดและเห็นสะท้อนภาพเพิ่มเติมเช่นในระดับชั้นประถมศึกษาเพื่อนอาจให้ความเห็นไปในเรื่องของการเรียนการใช้ตัวสะกดการันต์วรรคตอนซึ่งเน้นไปในด้านภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาการประเมินโครงงานอาจเริ่มขยายขอบเขตจาก

ด้านการใช้ภาษาออกไปถึงการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งชื่อโครงงานกับจุดประสงค์ของโครงงานและตามความเข้าใจของผู้ประเมินเพื่อการพิจารณาการจัดรูปเล่มเพื่อการนำเสนอโครงงาน ฯลฯ

ผู้ประเมินที่เป็นผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาอาจให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้ในเรื่องวิธีการสอนที่ใช้ในการศึกษาหาคำตอบความสัมพันธ์ของวิชาตามหัวเรื่องที่ศึกษากับวิชาอื่นข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้จากโครงงานการนำคำตอบของการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์การนำข้อค้นพบที่ต่างไปจากเป้าหมายของการศึกษาไปใช้ประโยชน์หรือขยายผลการศึกษาเป็นโครงการใหม่ๆฯลฯ

ผู้ประเมินที่เป็นพ่อแม่ผู้ปกครองจะได้รับทราบถึงความสามารถความถนัดในการเรียนรู้ของลูกหรือเด็กในความปกครองความรู้สึกความต้องการของเด็กผู้ทำโครงงานทำให้สามารถปรับตัวปรับใจเพื่อการสนับสนุนทั้งด้านการเงินกำลังใจให้โอกาสให้เวลาร่วมกิจกรรมตามความสนใจของเด็กชี้แนะอุปสรรคปัญหาเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมขั้นต่างๆของโครงงานข้อเสนอแนะสำหรับการทำโครงงานครั้งต่อไปฯลฯ (ศิวารักษ์ ชนะสงคราม. 2553 : 25-26)

2. บทบาทครูกับการจัดการเรียนรู้โครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

2.1 ให้คำอธิบายเพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ความหมายของโครงงานประเภทของโครงงานขั้นตอนการทำโครงงานการเขียนเค้าโครงย่อของโครงงานและการเขียนรายงานให้สมบูรณ์ก่อนที่จะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการ

2.2 เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำกำกับติดตามการทำงานและประเมินผลโครงงานแต่ไม่ควรเป็นผู้คิดขั้นตอนการทำและลงมือทำให้นักเรียนนักเรียนจะต้องคิดวางแผนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2.3 เป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนในด้านการพิจารณาเค้าโครงย่อของโครงงานการจัดหาแหล่งความรู้หรือแหล่งเรียนรู้แหล่งในการศึกษาค้นคว้ารวมถึงวัสดอุปกรณ์ต่างๆ

2.4 เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากศึกษาค้นคว้าเพื่อให้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลิตผลงานที่เกิดจากโครงการได้ด้วยตนเองอีกทั้งให้การสนับสนุนให้กำลังใจและนักนักเรียนมีความอดทนต่อการทำงานและสามารถแก้ไขปัญหาในการทำงานได้

2.5 ดูแลนักเรียนระหว่างทำโครงการในเรื่องความสะดวกปลอดภัยในการทำโครงการจะต้องชี้แจงและให้คำแนะนำด้วย

2.6 เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนเขียนรายงานโครงงานการจัดผังแสดงโครงงานการจัดกระทำข้อมูลอย่างถูกต้องบทบาทครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ระยะดังนี้

2.6.1 ระยะเริ่มโครงงานหมายถึงระยะที่นักเรียนได้หัวข้อโครงงานครูที่ปรึกษาควรปฏิบัติดังนี้

2.6.1.1 พิจารณาความเป็นไปได้ของเรื่องโดยดูว่าโครงการของนักเรียนที่เสนอมานั้นจะมีทางทำสำเร็จหรือไม่กรณีที่โครงการมีความเป็นไปได้น้อยครูที่ปรึกษาอาจแนะนำให้เปลี่ยนเรื่องใหม่

2.6.1.2 ขยายขอบเขตของเรื่องให้กว้างขึ้นกรณีที่เสนอเรื่องที่แคบเกินไป

2.6.1.3 แนะนำเอกสารและแหล่งค้นคว้าให้นักเรียนหรือหาจากแหล่งภายนอกอื่น

2.6.1.4 เสนอแนะวิธีการวางแผนและการเขียนเค้าโครงย่อ

2.6.1.5 ตรวจเค้าโครงย่อครูควรตรวจจุดสำคัญเช่น

1) จุดมุ่งหมายเขียนถูกต้องสอดคล้องกับความต้องการที่จะศึกษาหรือไม่

2) โครงงานประเภทสำรวจควรดูรายละเอียดดังนี้

(1) มีการกำหนดขอบเขตที่จะศึกษาหรือไม่

(2) เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมหรือไม่

(3) ระยะเวลาที่ใช้เหมาะสมหรือไม่

(4) ช่วงเวลาที่ศึกษาเหมาะสมหรือไม่

(5) ออกแบบตารางบันทึกผลเหมาะสมหรือไม่

3) โครงการประเภททดลองควรดูรายละเอียดดังนี้

(1) มีตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมหรือไม่

(2) กำหนดตัวแปรต้นหรือไม่

(3) เกณฑ์ที่ใช้วัดตัวแปรตามเหมาะสมหรือไม่

(4) เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมหรือไม่

(5) ตัวแปรที่ต้องควบคุมกำหนดหรือไม่

(6) ระยะเวลาที่ศึกษาเพียงพอหรือไม่

(7) ออกแบบตารางบันทึกผลเหมาะสมหรือไม่

2.6.2 ระยะลงมือปฏิบัติหมายถึงระยะที่นักเรียนจัดเตรียมอุปกรณ์ไปจนถึงระยะสิ้นสุดของการศึกษาหรือการทดลองครูที่ปรึกษาควรปฏิบัติดังนี้

2.6.2.1 จัดสถานที่สำหรับทำโครงการให้เป็นสัดส่วนเพราะบางทีต้องใช้เวลาหลายวันซึ่งถ้าไม่มีสถานที่อาจใช้มุมใดมุมหนึ่ง

2.6.2.2 จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมีต่างๆที่จำเป็นในการทำโครงงานให้กับนักเรียนและให้นักเรียนรับผิดชอบบางครั้งจำเป็นต้องมีการไปยืมจากแหล่งอื่น

2.6.2.3 ชี้แจงการใช้ห้องปฏิบัติการการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และอันตรายจากการใช้เครื่องมือ

2.6.2.4 ควรฝึกเทคนิคบางประการที่จำเป็นต้องใช้กับโครงการให้เกิดความผู้ชำนาญในการทำโครงงาน

2.6.2.5 ติดตามผลการปฏิบัติงานของนักเรียนสม่ำเสมอเนื่องจากการทำโครงงานส่วนใหญ่ทำนอกเวลาเรียนดังนั้นครูที่ปรึกษาจึงต้องมีเวลาคอยควบคุมดูแลการทำโครงงานของนักเรียนแต่ถ้าครูที่ปรึกษามีเวลาน้อยก็ใช้วิธีการติดตามผลโดยให้นักเรียนเสนอผลการศึกษาเป็นระยะๆต่อครูที่ปรึกษาอย่างน้อยสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง

2.6.2.6 ให้กำลังใจนักเรียนในระหว่างที่ดำเนินการทำโครงงานอยู่เสริมสร้างกำลังใจเพื่อไม่ให้เกิดความท้อแท้

2.6.3 ระยะเวลาสิ้นสุดหมายถึงระยะที่ทำการศึกษาหรือทดลองเสร็จสิ้นให้นักเรียนนำเสนอครูที่ปรึกษาโดยครูทีปรึกษาดำเนินการดังนี้

2.6.3.1 แนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลเช่นการออกแบบตารางนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยแปลความหมายข้อมูล

2.6.3.2 เสนอแนะวิธีการเขียนรายงานโดยมีตัวอย่างประกอบ

2.6.3.3 ตรวจรายงานพร้อมแก้ไขให้กับนักเรียนเนื่องจากนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการเขียนเมื่อตรวจแก้ไขเสริมให้นักเรียนนำไปเขียนใหม่แล้วส่งกลับมาให้ครูตรวจอีกครั้งหนึ่ง

2.6.4 เตรียมการเสนอผลงานเพื่อจัดแสดงหรือส่งประกวด

2.6.4.1 จัดทำแผงสำหรับแสดงโครงงาน

2.6.4.2 เสนอแนะวิธีนำแผ่นโปสเตอร์แสดงโครงงานเพื่อติดบนแผงแสดงโครงงาน

2.6.4.3 เสนอแนะการเตรียมอุปกรณ์ผลการทดลองที่เป็นชิ้นงาน

2.6.4.4 ตรวจความถูกต้องของข้อความ

2.6.4.5 ฝึกให้นักเรียนอธิบายปากเปล่าในเรื่องโครงงานที่ทำเพื่อให้เกิดความมั่นใจ

2.6.4.6 ในแต่ละปีการศึกษาครูที่ปรึกษาควรรวบรวมรายงานโครงงานไว้เพื่อให้เป็นตัวอย่างและแนวทางในการทำโครงงาน

2.6.5 ระยะแสดงผลงานการแสดงผลงานในที่นี้หมายถึงการแสดงผลงานในงานนิทรรศการหรือการประกวดโครงงานครูที่ปรึกษาควรปฏิบัติดังนี้

2.6.5.1 ดูแลความเรียบร้อยในการติดตั้งแผงอุปกรณ์และชิ้นงาน

2.6.5.2 สร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนโดยอาจให้นักเรียนซักซ้อมการอธิบายโครงงานอีกครั้งก่อนการแสดงต่อหน้าผู้ชมหรือกรรมการตัดสินโครงงาน

2.6.5.3 ให้กำลังใจนักเรียนในขณะที่นักเรียนแสดงโครงงานโดยอยู่ห่างๆข้อควรคำนึงโครงงานที่นักเรียนทำต้องไม่ยากเกินไปเพราะอาจจะทำให้นักเรียนท้อแท้และระยะเวลาที่ทำโครงการไม่ควรยาวนานเกินไปเพราะจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายพยายามทำให้นักเรียนทำโครงงานสำเร็จทุกขั้นตอนโครงงานที่ทำไม่ต้องใช้งบประมาณมากและควรคำนึงถึงความปลอดภัย (ศิวารักษ์ ชนะสงคราม, 2550, 26-29)

ชุดกิจกรรม

ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่รวบรวมสื่อ กระบวนการ และกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ จุดเด่นของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สนองวัตถุประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาทางการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น ใฝ่รู้ ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่องผสมผสานสาระการเรียนรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนและสมดุลกัน ปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น คำใหม่ยังไม่มีนักการศึกษาท่านใดให้ความหมายไว้ แต่มีผู้ให้ความหมายของคำบางคำที่มีลักษณะและความหมายใกล้เคียงกัน คือ ชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน ชุดการสอนเป็นคำในภาษาอังกฤษที่เรียกชื่อต่างกัน เช่น Learning Package Instruction Package หรือ Instruction Kits ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, 113 – 114) ได้ให้ความหมายของ ชุดการสอนไว้ว่า เป็นสื่อผสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาหน่วยการเรียนหรือหัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, 225) ชุดการสอน หมายถึง การรวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดการสอนเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูปเพื่อให้ครูใช้ในการสอน มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา รายการสื่อการสอนและเอกสารอ้างอิง

วรกิต วัดข้าวหลาม (2540,15) ชุดการสอน หมายถึง ชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเองโดยมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วาสา พรมสุรินทร์ (2540,11) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีระบบ เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระในลักษณะที่สื่อแต่ละชนิดส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สุนีย์ เปมะประสิทธิ์ (2543,2–3) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อแนวใหม่ที่มุ่งสนับสนุนการปฏิรูปการศึกษาไทย และการพัฒนชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนเป็นคู่มือเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543,91) ได้อธิบายว่า ชุดการสอนคือ ชุดการเรียนมาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่มาแนวคิดในการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีอิทธิพลมากขึ้น การเรียนรู้ที่ดีควรให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนเป็นชุดการเรียน หรือชุดการเรียนการสอน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดการสอนหรือชุดกิจกรรม คือ การนำเอาสื่อประสมที่มีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ และมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เพื่อถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะเรียกว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้”

แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

การปฏิรูปการศึกษา การประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และการประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 ทำให้แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนกว้างขึ้น คำว่า “ชุดการสอน” จึงเปลี่ยนมาเป็น “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้” ซึ่งเน้นกิจกรรมและกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ด้วยตนเอง แนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเหมือนกันกับแนวคิดทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการสร้างชุด

การสอน ซึ่งชม ภูมิภาค (ม.ป.ป., หน้า 100) ได้จำแนกแนวคิด และหลักการของชัยยงค์ พรมวงศ์ ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญบุคคลมีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างอื่นๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การจัดการสอนรายบุคคล หรือการศึกษาตามสภาพ การศึกษาแบบเสรี และการศึกษาด้วยตนเอง ล้วนเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญาความสามารถ และความสนใจโดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หมายถึงการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ดังนี้

2.1 เข้าร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

2.2 การทราบผลการเรียนทันที

2.3 มีการเสริมแรงอันจะทำให้นักเรียนกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำหรือหลีกเลี่ยงไม่กระทำ

2.4 ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ

2.5 การนำเอาสื่อประสมมาใช้ หมายถึงการนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างงหนึ่งอาจใช้เร้าความสนใจในขณะอีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกับให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

2.6 การเอากระบวนการกลุ่มมาใช้ เดิมนั้นความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวกล่าวคือ ครูเป็นผู้นำ นักเรียนเป็นผู้ตามนักเรียนไม่มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่มที่จะฝึกการเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกันไม่ได้ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตจะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

2.7 การนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดการเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงการสอนในปัจจุบันตรงที่ว่า ชุดการสอนมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนรายละเอียดต่างๆ ได้นำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพเชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้

ประเภทของชุดกิจกรรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, 145) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนขึ้นชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และเป็นการใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรม ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้เป็นต้น

2. ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมชนิดนี้มักจะใช้สอนในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วยชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนส่วนย่อยหรือโมดูลก็ได้

ระพินทร์ โพธิ์ศรี(2545, 59) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมได้ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self study package) คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนนำไปศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่มีครูเป็นผู้สอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือชุดการเรียนผ่านเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ

2. ชุดการเรียนการสอน คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เช่น ชุดฝึกอบรม หรือชุดการสอนต่างๆ

จากประเภทของชุดกิจกรรมที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ชุดกิจกรรมที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและชุดกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียน

องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

1. ลักษณะสำคัญของชุดกิจกรรม

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2545, 98) ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1) มีจุดประสงค์ปลายทางที่ชัดเจน ที่ระบุทั้งเนื้อหา ความรู้ และระดับทักษะ การเรียนรู้ที่ชัดเจนนั่นคือ จะต้องมีจุดประสงค์ประจำชุดกิจกรรมที่ระบุไว้ชัดเจนว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้จบชุดกิจกรรมนั้นแล้วนักเรียนต้องทำอะไรเป็นระดับใด

2) ระบุกลุ่มเป้าหมายชัดเจนว่า ชุดกิจกรรมดังกล่าว สร้างขึ้นสำหรับใคร

3) มีองค์ประกอบของจุดประสงค์ที่เป็นระบบเป็นเหตุและผล เชื่อมโยงกันระหว่างจุดประสงค์ประจำหน่วยและจุดประสงค์ย่อย

4) ต้องมีคำชี้แจง เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์แต่ละระดับ

5) กรณีทำเป็นชุดการสอน ต้องมีคู่มือครูที่อธิบายวิธีการ เงื่อนไขการใช้ชุด และการเฉลยข้อคำถามทั้งหมดในกิจกรรม ประเมินผล

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, 52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนการจัดชั้นเรียน บทบาทของผู้เรียนเป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้

2) บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม และการสรุปบทเรียน

3) เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่างๆ จัดไว้เป็นรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

3.1) ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น

3.2) ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพเทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ วีดิทัศน์ ซีดีรอม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

4) แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, 95-97) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนโดยจำแนกส่วนของชุดการสอน เป็น 4 ส่วน คือ

1) คู่มือ สำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอน หรือผู้เรียนที่ต้องการเรียนจากชุดการสอน

2) คำสั่งหรือกรอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน

3) เนื้อหาสาระและสื่อ โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4) การประเมินผล เป็นการประเมินของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลการเรียนรู้ในรูปของแบบสอบต่างๆ

จากเอกสารดังกล่าวสรุปได้ว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรม ควรประกอบด้วย

1) คู่มือครูซึ่งเป็นคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้ชุดกิจกรรม

2) วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม

3) คำชี้แจงเนื้อหากิจกรรมการสอน

4) เนื้อหาสาระและสื่อ

5) การประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ถือว่า เป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมช่วยเร้าความสนใจ รวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียน และสร้างความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมมีการจัดระบบการใช้สื่อ ผลิตสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งมีข้อแนะนำ การใช้สำหรับครู ทำให้ครูมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

จากการที่มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมไว้หลากหลายรูปแบบ ผู้รายงานจึงกำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญได้แก่ คำชี้แจงสำหรับครู บทบาทของครูในชั้นเรียน บทบาทของนักเรียนในชั้นเรียน บทบาทของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แผนจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ บัตรคำสั่ง ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบ บัตรเฉลยใบงาน บัตรเฉลยแบบทดสอบ และแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

2. ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 123) กล่าวว่า ได้ลำดับขั้นตอนในการพัฒนาชุดการสอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1) หมวดหมู่ เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เห็นเหมาะสม

2) กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

1) ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาที่จะนำมาสู่การสร้างกิจกรรมนั้นอย่างละเอียด เมื่อทราบจุดมุ่งหมายวิชาชีพที่จะนำมาสร้างชุดกิจกรรมนั้น เน้นหลักของการเรียนรู้อะไรบ้าง แล้วพิจารณาแบ่งหน่วยการเรียนการสอน ซึ่งควรลำดับขั้นตอนเนื้อหาสาระ ตามสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนหลัง และตามขั้นตอนของความรู้ และลักษณะของวิชานั้นๆ

2) เมื่อศึกษาเนื้อหาสาระและบางหน่วยการเรียนการสอนได้แล้ว ให้พิจารณาว่าจะสร้างชุดกิจกรรมแบบใดโดยคำนึงถึงผู้เรียนคือใคร จะทำกิจกรรมอย่างไร และจะทำได้ดีเพียงใด

3) กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยประมาณเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด

4) กำหนดความคิดรวบยอดให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง

5) กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนเชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอด และครอบคลุมเนื้อหาสาระของการเรียนรู้

6) วิเคราะห์งานโดยนำจุดประสงค์การเรียนแต่ละข้อวิเคราะห์งาน เพื่อคิดกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมถูกต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ

7) วางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่วิเคราะห์งานไว้แล้ว

8) การผลิตสื่อการเรียนหรือระบุข้อเสนอแนวการจัดทา หรือจัดหาสื่อการเรียนอย่างละเอียด สื่อการเรียนควรจะพิจารณาสิ่งที่หาได้ง่าย ราคาถูก สะดวกต่อการใช้ แต่ใช้ได้ผล คือช่วยการเรียนการสอนได้สัมฤทธิ์ผลสูงขึ้น

9) วางแผนการประเมินผล ทั้งการประเมินก่อนเรียน และหลังเรียน ทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิผล การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม ควรนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็กๆ ดูก่อน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และแก้ไขปรับปรุงแล้วจึงไปทดลองใช้กลุ่มใหญ่

10) การทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อตรวจข้อบกพร่องนั้นจะพิจารณาสิ่งต่อไปนี้คือ

10.1) ชุดกิจกรรมนั้นต้องเป็นความรู้พื้นฐานของผู้เรียนหรือไม่

10.2) กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนเหมาะสมหรือไม่

10.3) เนื้อหาสาระ ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์สอดคล้องเหมาะสมหรือไม่

10.4) การประเมินผลก่อนและหลังเรียนให้ความเชื่อมั่นมากน้อยเพียงใด

สรุปว่า ในการสร้างชุดกิจกรรมนั้น ควรมีการกำหนดจุดมุ่งหมายเนื้อหากิจกรรมการเรียนการสอน วัสดุสื่อการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมี

ประสิทธิภาพ แล้วทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำชุดกิจกรรมนั้นไปใช้จริงต่อไป โดยคณะผู้วิจัยใช้แนวคิดในการสร้างชุดกิจกรรมของ ทิศนา แขมมณี, ชัยยงค์ พรหมวงค์ และวิชัย วงศ์ใหญ่ โดยนามาประยุกต์เข้าด้วยกัน เพื่อให้เหมาะสมในการค้นคว้า

3. **การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม**

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, หน้า 42-45) เสนอเกณฑ์ประกันประสิทธิภาพ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตพอใจว่า ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็มีคุณค่านำไปใช้ได้ และมีคุณค่าแก่การลงทุนผลิตออกมากำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรม (ผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (transitional behavior หรือ E_1) คือประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ พฤติกรรมนี้เรียกว่า " กระบวนการ " (process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายบุคคล ซึ่งได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมายและกิจกรรมอื่นที่ผู้อื่นได้กำหนดไว้

2) การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior หรือ E_2) คือประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน (products) โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่กำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้ที่สอนเป็นผู้พิจารณาโดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80 , 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ซึ่งเมื่อผลิตนวัตกรรมเสร็จแล้ว จะต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง โดยทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนาไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่ง

2) 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับผู้เรียน 6–10 คน คละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั้นคือค่า E_1/E_2 ประมาณ 70/70

3) 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับผู้เรียน 40–100 คนคละผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้ว ให้เทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับ

3.1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อนวัตกรรมของประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

3.2) เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

3.3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 494) ได้กล่าวถึง

1) ความจำเป็นของการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ดังต่อไปนี้

1.1) สำหรับหน่วยงานผลิตชุดกิจกรรม เป็นการประกันคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่ทดสอบประสิทธิภาพและ ผลิตออกมาใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีก็ต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

1.2) สำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้นก่อนการนำชุดกิจกรรมไปใช้ ครูควรมั่นใจว่าชุดกิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ ในการช่วยให้ได้ชุดกิจกรรมที่มีคุณค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3) สำหรับผู้ผลิตชุดกิจกรรม การทดสอบหาประสิทธิภาพจะทาให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาที่บรรจุในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมและง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2) การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ หมายถึง การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์จะประเมินจากพฤติกรรม ของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

2.1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นการประเมินจากพฤติกรรมย่อย ๆ หลายพฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมอื่นๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

2.2) พฤติกรรมขั้นสุดท้าย เป็นการประเมินผลลัพธ์(Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 495) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำ มักจะตั้งไว้80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ากว่านี้เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้ว

นำไปทดลองจริง อาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เกินร้อยละ 5 เช่น ถ้ากำหนดไว้ 90/90 ก็ควรได้ไม่ต่ำกว่า 85.5/85.5

4. การทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์(2545, หน้า 496-497) ได้เสนอขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนได้ดังนี้

1) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 (แบบเดี่ยว)

เป็นการทดลองกับผู้เรียนครั้งละ 1 คน โดยทดลอง 3 ครั้งกับเด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คานวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

2) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 (แบบกลุ่ม)

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น

3) ขั้นหาประสิทธิภาพ 1: 100 (ภาคสนาม)

เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คน คานวณหาค่าประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หลังการทดลองคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 2.5%

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 25-29) จำแนกวิธีการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนเป็น 3 วิธีคือ

1) การหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการจัดทำสื่อนั้นๆ แบบประเมินอาจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่แล้วอาจทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยค่าไค-สแควร์

2) การหาประสิทธิภาพโดยผู้เรียน มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่เน้นการรับรู้คุณค่าที่ได้จากการเรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่จะพิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอน นั้น ๆ โดยจะวัดว่าผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้อะไรขึ้นบ้าง เป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้ ชุดกิจกรรมนั้นอาจจำแนกได้เป็น 2 วิธี คือ

2.1) กำหนดเกณฑ์ขั้นต่าไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

2.2) ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า แต่จะพิจารณาการเปรียบเทียบผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ด้วยชุดกิจกรรมนั้นสูงกว่า หรือเท่ากับสื่อ หรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบค่าที(t – test)

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม สรุปได้ว่า การทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม และการตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ในการพัฒนาชุดกิจกรรมในครั้งนี้คณะผู้วิจัย ใช้การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรม (ผลลัพธ์) E_1/E_2 และทำการทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือ การทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่ง อย่างละ 1 คน โดยทดลอง กับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่งแบบ 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับนักเรียน 9 คน คละผู้เรียนทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 3 คน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง แบบ 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับนักเรียน 30 คน คละผู้เรียนทั้งเก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 10 คน โดยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่เกณฑ์75/75

5. ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรม

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523, หน้า 339-340) กล่าวโดยทั่วไปการใช้ชุดกิจกรรมมีขั้นตอนต่อไปนี้

1) ทดสอบก่อนเพื่อดูพฤติกรรมเบื้องต้น อันเป็นพื้นฐานของการเรียนของผู้เรียนใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที

2) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นสำคัญของการใช้ชุดกิจกรรมตามปกติทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้น มีความต้องการที่จะเรียนในศูนย์การเรียนในการสอนทั่วๆไป เช่น นำเอาปัญหาประจำวันมาอภิปราย การเล่าเรื่อง หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นต้น

3) ประกอบกิจกรรม มีขั้นตอนดังนี้แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดเพื่อผู้เรียนกลุ่มต่างๆ ทำกิจกรรมในศูนย์เสร็จแล้วให้เปลี่ยนไปทำกิจกรรมในศูนย์อื่นๆ

4) สรุปบทเรียน ครูนำในการสรุปบทเรียนซึ่งอาจทำได้โดยวิธีการตั้งคำถาม การให้ผู้เรียนเล่าสรุปความเข้าใจ หรือการทำกิจกรรมเพิ่มเติมก็ได้ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนได้ความรู้รวบยอด หรือหลักการตามที่กำหนด

5) ประเมินผลการเรียนให้ผู้เรียนทำข้อสอบอีกครั้ง เพื่อประเมินดูว่าผู้เรียนบรรลุผลตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน

ในกรณีที่ไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ถ้าผู้เรียนสอบผ่านจุดประสงค์หมดทุกข้อ ก็ให้ผู้เรียนเรียนชุดต่อไป

6. ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมประเภทใดก็ตาม ย่อมทำให้มีคุณประโยชน์ต่อการเพิ่มคุณค่าในการเรียนการสอน ถ้ามีระบบการผลิตที่มีการทดสอบวิจัยแล้ว

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, 110–111) ได้สรุปคุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอนที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้
2) ขจัดปัญหาการขาดแคลนครู ช่วยลดภาระของครูผู้สอน
3) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน
4) ช่วยให้ครูสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความมั่นใจ
5) ช่วยให้กิจกรรมการเรียนมีประสิทธิภาพ
6) ช่วยให้ครูวัดผลเด็กได้ตามวัตถุประสงค์
7) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่
8) ช่วยสร้างเสริมการเรียนอย่างต่อเนื่อง
9) ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535, 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองตามอัตถภาพ และตามความสามารถ
2) ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
3) ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
4) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
5) ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
6) สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
7) นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย
8) นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
9) ช่วยลดภาระของครูในการสอน
10) ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
11) ผู้เรียนจะเรียนเมื่อไหร่ก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
12) การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
13) ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

ธงชัย ต้นทัพไทย (2548, 15) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอนและส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสฝึกปฏิบัติ และแสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้อย่างเต็มความสามารถ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสมบูรณ์ทั้งด้านความรู้ เป็นคนดี และมีความสุข เสริมสร้างมนุษย์สัมพันธ์แบบกัลยาณมิตรกับผู้อื่น

อภิญญา เคนบุปผา (2546, 26) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และส่งเสริมการเรียนของนักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน แต่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการฝึกทักษะปฏิบัติในด้านต่างๆ ได้ด้วย

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่าคุณค่าและประโยชน์ของชุดกิจกรรม นอกจากจะใช้จัดการเรียนการสอนให้ตรงตามเนื้อหาวิชา และตัวชี้วัดด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของหลักสูตร กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 แล้วยังจะสามารถจะช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามศักยภาพของแต่ละคนบุคคล เป็นการช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอนอันเนื่องมาจากครู หรือความสามารถของตัวนักเรียน ซึ่งคงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ผู้วิจัย จึงสนใจสร้างชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด เป็นการนำโครงงานวิทยาศาสตร์ มาบูรณการในการเรียนการสอน ด้วยพื้นฐานความรู้เรื่อง ปริมาณการวัด เน้นการเรียนแบบโครงงานในการจัดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มตามมาด้วยความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

กิติพร โพธิ์ทอง (2553) ได้ทำการวิจัยตามแนวทางการทรงงานตามเบื้องพระยุคลบาท (SAPAE) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลาดหญ้า “ลาดหญ้าวิทยา” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น

จินตนา เทศแอม(2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.92/80.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70/70

2. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศสตร์บูรณาการอยู่ในระดับดี

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 79.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70

สมพร ผาเจริญ (2551, บทคัดย่อ)ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านชำสอง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ผลการวิจัยพบว่าผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.76/83.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์คือ 80/80 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจอย่างยิ่ง (ดีมาก)

มยุรา เรืองศิลป์ (2550,บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนหญ้านาง สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 83.75/80.20 ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.2 มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

2.3 มีเจตคติต่อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

มิณฑกาญจน์บุพศิริ(2552,บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีประสิทธิภาพ 81.93/79.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกกระบวนการปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 82.86 ของคะแนนเต็มซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก

4. นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ร้อยละ 81.83 ของคะแนนเต็มซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

โฮวิค (Howick, 1991, 4283-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลก่อน ระหว่าง และภายหลังที่มีการสอนโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่มีชื่อว่า For Sea (สำหรับทะเล) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 19 คน นักเรียนต้องเรียนใช้บทเรียนเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมทางทะเลเชิงกายภาพ และชีวภาพ เป็นเวลา 22 วัน ได้ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบสอบถามระดมความคิด การสัมภาษณ์และสมุดบันทึกของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางทะเลเพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากโครงการ For Sea ภายหลังจากการเรียนเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมทางทะเลแล้วนักเรียนมีแนวความคิดเกี่ยวกับทะเลสาบ แม่น้ำ หนอง คลอง บึง ว่าเป็นสภาวะแวดล้อมทางทะเลลดลง นักเรียนมีเจตคติต่อมลพิษเพิ่มมากขึ้น จากการใช้สภาวะแวดล้อมทางทะเล เป็นเรื่องของนันทนาการเท่านั้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้นักเรียนสนใจ และปรารถนาที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมทางทะเลเพิ่มมากขึ้น

แมธธิว (Matthews, 1989, 3143 – A) ได้ศึกษาผลของการเน้นหลักสูตรและการสอนที่มีต่อความเชื่อและการปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายทั่วทั้งรัฐเคนทักกี จำนวน 506 คนที่ร่วมการตอบเครื่องมือ 2 ชนิด และตอบแบบสอบถามสั้น ๆ เกี่ยวกับประชากรศาสตร์1 ฉบับด้านที่เน้นศึกษา 6 ด้าน ที่มีอยู่ในแบบสอบถามลักษณะทางประวัติตัวแปรตามเป็นการปฏิบัติการสอนเกี่ยวกับการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความเชื่อของครูเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของนักเรียน และการมีส่วนจริงหรือการไม่มีส่วนร่วมของนักเรียนในการแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ตัวแปรอิสระเป็นการเน้นของครูในด้านหลักสูตรและการสอน

การออกหนังสือรับรองระดับการสอน (มัธยมศึกษาตอนปลาย) ผลการศึกษาพบว่า ระหว่างการเน้นหลักสูตรและการสอนของครูที่มีอยู่ในด้านการมีส่วนร่วมหรือไม่มีส่วนร่วมของนักเรียน จำนวนร้อยละของเวลาในชั้นเรียนที่ใช้ไปกับการศึกษาทดลองประเภทต่าง ๆ การใช้เวลาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์และประเภทการช่วยเหลือที่เลือกมาศึกษาเพื่อช่วยนักเรียนในการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เมสัน (Mason,1990, 3376–A) ได้ทำการวินิจฉัยเพื่อศึกษาผลของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในระดับเจ็ดและระดับแปด จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดOttawa County รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) โครงงานที่ครูมอบหมาย 2) โครงงานที่นักเรียนเลือกเอง 3) ไม่มีการทำโครงงาน นักเรียนมีเวลา 6 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จ ทำการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัด เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
2. โครงงานวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายได้เพียงเล็กน้อย
3. นักเรียนชอบทำโครงงานที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงงานที่เลือกเอง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราชเป็นการศึกษาในแบบวิจัยเชิงทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพ
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2555 จำนวน 440 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6, 2/12 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2555 จำนวน 42 คน ซึ่งได้มาจาก การสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random) เฉพาะสมาชิกผู้สนใจสร้างชิ้นงานจากห้องเรียนที่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยงานโครงงานกับการวัด
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ
3. แบบทดสอบ เรื่อง โครงงานกับการวัด จำนวน 40 ข้อ

วิธีสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. ดำเนินการสร้าง ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

การสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ทั้ง กิจกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด ทั้ง 9 ตัวชี้วัด

1.3 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ องค์ประกอบ และเทคนิคต่างๆ ในการสร้างชุดกิจกรรมประกอบด้วย

1.3.1 ชื่อชุดกิจกรรม

1.3.2 คำชี้แจงครูผู้สอน

1.3.3 คำชี้แจงนักเรียน

1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.5 สื่ออุปกรณ์สำหรับจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

1.3.6 แผนการจัดการเรียนรู้

1.3.7 บัตรคำ

1.3.8 ใบความรู้

1.3.9 แบบฝึกหัด

1.3.10 แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน

1.4 ดำเนินการสร้างต้นแบบของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี 5 เรื่องย่อย ดังต่อไปนี้

เรื่องที่ 1 วิทยาศาสตร์กับการศึกษา

เรื่องที่ 2 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ

เรื่องที่ 3 โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ

เรื่องที่ 4 โครงงานกับการวัด ในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

เรื่องที่ 5 โครงงานกับการวัดในชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จากการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบอัตนัย ตามความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่อง อย่างละ 1 ข้อ โดยดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และวิเคราะห์หลักสูตร

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

2.3 สร้างข้อสอบแบบปรนัยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดจำนวน 40 ข้อ

2.4 สร้างข้อสอบแบบอัตนัยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดจำนวน 3 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์คุณภาพ โดยนำไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช เพื่อวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบ คัดเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.73 (แบ่งกลุ่ม 27% กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำหรับรูปของ จุงเตห์ ฟาน มาจัดเป็นชุดข้อสอบจำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชุดนี้ มีค่าเท่ากับ 0.903

ตัวอย่างแนวข้อสอบแบบปรนัย

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

   1) เสื้อผ้าสีเข้มเหมาะสำหรับคนอ้วน

   2) วันนี้อากาศร้อนมากวัดอุณหภูมิได้ 38 องศา

   3) นักเรียนเดินทางจากบ้านถึงโรงเรียนใช้เวลา 20 นาที

   คำตอบที่ถูกคือ

   ก. 1,2 ข. 2,3 ค. 1,3 ง. 1, 2, 3

2. ในโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกประเภทจะเกี่ยวข้องกับหน่วยฐานอย่างน้อยกี่ปริมาณเสมอ

   ก. 2 ปริมาณ

   ข. 3 ปริมาณ

   ค. 5 ปริมาณ

ง. 7 ปริมาณ

ตัวอย่างข้อสอบอัตนัย

การปรับปรุงผลผลิต

ภาพข้างล่างนี้เป็นภาพของดอกไม้ ที่สามารถ นำดอกไม้ที่พบเห็นทั่วไป ให้นักเรียนคิดหาวิธีตกแต่งเปลี่ยนแปลง ให้มีสีสันรูปร่างคงเดิม น่าชมน่ามอง เขียนวิธีคิดตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มากเท่าที่จะคิดได้โดยไม่ต้องกลัวว่าการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้มีราคาแพงขึ้นหรือจะผลิตยากขึ้นคิดเฉพาะว่า จะทำอย่างไร

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10.

3. แผนการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ออกแบบ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 แผน 18 คาบ ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่องการปฐมนิเทศ	จำนวน 1 คาบ
แผนที่ 2 ทดสอบก่อนเรียน	จำนวน 1 คาบ
แผนที่ 3 เรื่องวิทยาศาสตร์กับการศึกษา	จำนวน 1 คาบ
แผนที่ 4 โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ	จำนวน 1 คาบ
แผนที่ 5 โครงงานกับการวัด ในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ	จำนวน 2 คาบ
แผนที่ 6 โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง	จำนวน 4 คาบ
แผนที่ 7 โครงงานกับการวัดในชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์	จำนวน 6 คาบ
แผนที่ 8 ทบทวนชุดกิจกรรมและสอบอัตนัยความคิดสร้างสรรค์	จำนวน 1 คาบ
แผนที่ 9 ทดสอบหลังเรียน	จำนวน 1 คาบ

นำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข พัฒนาต่อตามคำแนะนำ หลังจากปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำแล้ว ก็นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/12 ในปีการศึกษา 2554 จำนวน 3 ครั้ง ด้วยกัน ครั้งที่ 1 กับนักเรียนจำนวน 3 ครั้งที่ 2 กับนักเรียนจำนวน 9คน ครั้งที่ 3 กับนักเรียนจำนวน 30 คน เสร็จสิ้นการสร้างเครื่องมือและทดลองใช้ในปีการศึกษา 2554 เพื่อเตรียมใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ปีการศึกษา 2555 กับนักเรียนจำนวน 42 คน

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อหาประสิทธิภาพ

1.1 นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 โดยนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด จำนวน 5 ชุด ใช้เวลา 12 วัน เพื่อพิจารณาความยากง่ายของภาษา ความชัดเจน ของคำสั่งในชุดกิจกรรม

1.2 นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 โดยนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 9 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียน โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำชุดกิจกรรมโครงงาน

วิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด จำนวน 5 ชุด เก็บคะแนนทุกชุดไว้ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เก็บคะแนนไว้ นำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ผลการทดลองใช้ปรากฏว่า ได้ค่า E_1 เท่ากับ 83.55 และค่า E_2 เท่ากับ 80.37

1.3 นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 โดยนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่ได้เรียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด จำนวน 5 ชุด เก็บคะแนนทุดชนิดไว้ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เก็บคะแนนไว้ นำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ผลการทดลองใช้ปรากฏว่า ได้ค่า E_1 เท่ากับ 81.29 และค่า E_2 เท่ากับ 84.33

1.4 จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มฉบับสมบูรณ์ นำไปใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้การสอนให้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน

2. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนใช้ชุดกิจกรมกับหลังการใช้ชุดกิจกรรม

2.1 แบบแผนในการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 42 คน ของโรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยใช้ชุดกิจกรรมเป็นแบบแผนการทดลองที่นำมาใช้ในการศึกษา คือใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันที่มีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง ดังนี้

O_1	X	O_2

O_1 หมายถึง การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองใช้ชุดกิจกรรม

X หมายถึง การทดลองใช้ชุดกิจกรรม

O_2 หมายถึง การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรม O_1 และO_2วัดด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน

2.2 การดำเนินการทดลอง

2.2.1 ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนใช้ชุดกิจกรรม หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Pretest) ข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 30 ข้อ เวลา 90 นาที ผลการสอบและเก็บคะแนนของแต่ละคนไว้

2.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ในการสอนดังตารางที่ 1

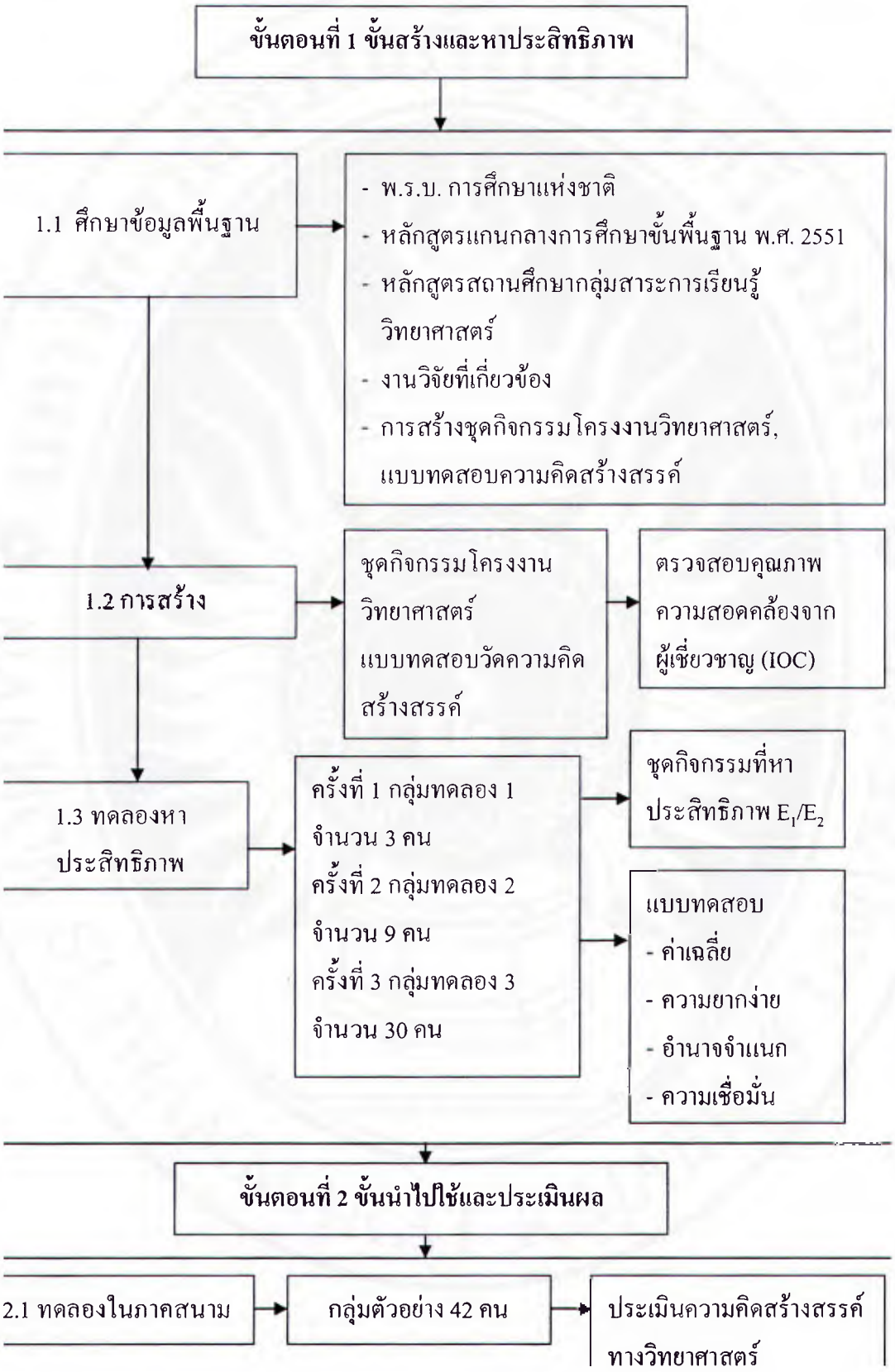
ตารางที่ 1 กำหนดเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	กิจกรรม	สถานที่	ผู้สอน
1	23 พฤษภาคม 2554	ปฐมนิเทศ	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
2	30 พฤษภาคม 2554	ทดสอบก่อนเรียน	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
3	6 มิถุนายน 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 1	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
4	13 มิถุนายน 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 2	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
5	20 มิถุนายน 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 3	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
6	27 มิถุนายน 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 3	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
7	4 กรกฎาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 4	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
8	11 กรกฎาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 4	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
9	18 กรกฎาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 4	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
10	25 กรกฎาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 4	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
11	1 สิงหาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
12	8 สิงหาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
13	15 สิงหาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
14	22 สิงหาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
15	29 สิงหาคม 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
16	5 กันยายน 2554	ปฏิบัติตามชุดกิจกรรมเรื่องที่ 5	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
17	12 กันยายน 2554	ทบทวนชุดกิจกรรมและสอบอัตนัยความคิดสร้างสรรค์	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์
18	19 กันยายน 2554	ทดสอบหลังเรียน	ห้องวิทย์ 8	ครูชนินทร์ทิพย์

2.2.3 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนหลังเรียน (Posttest) จำนวน 3 ข้อ (แบบอัตนัย) เวลา 60 นาที ตรวจผลการสอบ และเก็บคะแนนของนักเรียนแต่ละคนไว้

2.2.4 นำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนมาคำนวณหาค่าสถิติ (t-test)

2.3 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา



การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

2. วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

4. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัด (E_1) และหาค่าเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)

5. วิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จากการทำแบบทดสอบและแบบฝึกชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ นำไปเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ t-test

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

(อำไพ เกียรติชัย และคณะ, 2545, 69)

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สูตรค่าความยากง่าย $$P = \frac{R_U + R_L}{n}$$

(สมบูรณ์ สุริยวงศ์ สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์, 2544, 161)

เมื่อ P แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละคำถาม

R_U แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

สูตรค่าอำนาจจำแนก $$r = \frac{R_U + R_L}{\frac{n}{2}}$$

(สมบูรณ์ สุริยวงศ์ สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์, 2544, 161)

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

R_U แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่ม

สูตรค่าความเชื่อมั่น KR20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (สมบูรณ์ สุริยวงศ์ สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์, 2544, 151)

$$KR20 = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2}\right]$$

เมื่อ k *แทน* *จำนวนข้อสอบ*

P *แทน* *สัดส่วนของคนที่ตอบถูก*

q *แทน* *สัดส่วนของคนที่ตอบผิด*

S_x^2 *แทน* *ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ*

สูตรหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2525, 491)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกแบบฝึกหัดรวมกัน

N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์

$\sum y$ แทน คะแนนรวมของผลสอบหลังการใช้แบบฝึก

B แทน คะแนนเต็มของการสอบหลังการใช้แบบฝึก

N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรการเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนคือ t-test for Dependent samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, 248)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของของผลตางของคะแนนครั้งหลังกับครั้งแรกของนักเรียนแต่ละคน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของการนำผลของคะแนนครั้งแรกกับครั้งหลังของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของการนำผลของคะแนนครั้งแรกกับครั้งหลังของนักเรียนแต่ละคนมาบวกกันแล้วยกกำลังสอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด เพื่อใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการทดลองกับประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
P	แทน	ค่าความยากของคำถามแต่ละคำถาม
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
t	แทน	ค่าสถิติแจกแจงความถี่แบบรายข้อ
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การหาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

จากการวิจัยเรื่อง การสร้าง เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน เมื่อนักเรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละกิจกรรมจบลงและคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดลองมาศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. รวมคะแนนการทำแบบฝึกหัด ทั้ง 5 กิจกรรมนำมาหาค่าร้อยละแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพตัวแรกที่ตั้งไว้ ซึ่งจะนำเสนอดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัด จากการศึกษาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม จากคะแนนเต็ม 2,400	คะแนนเฉลี่ย จากคะแนนเต็ม 80
30	1,951	81.29

จากตารางที่ 2 แสดงว่านักเรียน 30 คน ทำแบบฝึกหัดจากการศึกษาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.29 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

2. รวมคะแนนการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียน หลังจากใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ของกลุ่มตัวอย่างครบทุกหน่วยนำมาหาค่าร้อยละ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพตัวหลังที่ตั้งไว้ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียน จากการศึกษาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

จำนวนนักเรียน	คะแนนรวม จากคะแนนเต็ม 900	คะแนนเฉลี่ย จากคะแนนเต็ม 30	ค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ
30	759	25.30	84.33

จากตารางที่ 3 แสดงว่านักเรียน 30 คน ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียน จากการศึกษาชุกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมได้ E_1/E_2 เท่ากับ 81.29/84.33 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

ชุดกิจกรรม	N	ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)	ประสิทธิภาพด้านผลลัทธ์ (E_2)
เรื่องโครงงานกับการวัด	30	81.29	84.33

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดกับกลุ่มตัวอย่าง 42 คน

กลุ่มตัวอย่าง	D (n-1)	$\bar{X}$	S.D.	D	S.D.	t
ก่อนเรียน	41	18.83	4.60			
				16.17	3.61	22.80**
หลังเรียน	**41**	**37.3**	**3.61**			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่ม หลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดสูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม ก่อนใช้ชุดกิจกรรม เรื่องโครงงานกับการวัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 42 คน

กลุ่มตัวอย่าง	D (n-1)	$\bar{X}$	SD.	D	SD.	t
ก่อนเรียน	41	15.00	3.74			
				6.60	3.45	12.39
หลังเรียน	41	21.60	3.45			

t (.05 : df 5) = 12.39

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน หลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดสูงกว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ก่อนใช้ชุดกิจกรรม เรื่องโครงงานกับการวัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยหน่วยโครงงานกับการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช จำนวน 42 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยงานโครงงานกับการวัด แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบ เรื่อง โครงงานกับการวัด และแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 18 ชั่วโมง การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติหาคุณภาพนวัตกรรม (E_1/E_2) สถิติหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ การหาค่าความสอดคล้องตามสูตร IOC การหาค่าความเชื่อมั่นKR-20 สถิติอ้างอิง ได้แก่ สถิติทดสอบค่า T-test แบบไม่อิสระต่อกัน(Dependent)

สรุป

จากการวิจัยสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น พบว่ามีประสิทธิภาพ 81.29/84.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดหลังใช้ชุดกิจกรรมกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

จากการวิจัยการใช้ชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด อภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดปรากฏว่า

1. ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.60/84.33 หมายความว่าชุดกิจกรรมมีคุณภาพที่ทำให้ ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้น รวมทั้งเกิดทักษะกระบวนการทางความคิดจากการทำแบบฝึกหัดจากชุดกิจกรรมได้เฉลี่ยร้อยละ 81.60 และนักเรียนมีผลรวมคะแนนเฉลี่ยหลังใช้ชุดกิจกรรมร้อยละ 84.33 แสดงว่าชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และจากการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คะแนนทดสอบก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของท่านอื่นๆ ดังนี้สอดคล้องกับ

จินตนา เทศแอม (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.92/80.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 70/70

มยุรา เรืองศิลป์ (2550, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนหญ้านาง สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 83.75/80.20 ตามเกณฑ์ที่กำหนดนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01มีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อรวมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ซึ่งสอดคล้องกับ กิติพร โพธิ์ทอง (2553) ที่ได้ทำการวิจัยตามแนวทางการทรงงานตามเบื้องพระยุคลบาท (SAPAE) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดลาดหญ้า “ลาดหญ้าวิทยา” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ยังสอดคล้องกับแมธธิว (Matthews, 1989, 3143 – A) ได้ศึกษาผลของการเน้นหลักสูตรและ

การสอนที่มีต่อความเชื่อและการปฏิบัติของครูเกี่ยวกับการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายทั่วทั้งรัฐเดนทักกีจำนวน 506 คนที่ร่วมการตอบเครื่องมือ 2 ชนิด และตอบแบบสอบถามสั้น ๆ เกี่ยวกับประชากรศาสตร์1 ฉบับด้านที่เน้นศึกษา 6 ด้าน ที่มีอยู่ในแบบสอบถามลักษณะทางประวัติตัวแปรตามเป็นการปฏิบัติการสอนเกี่ยวกับการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ความเชื่อของครูเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของนักเรียน และการมีส่วนจริงหรือการไม่มีส่วนร่วมของนักเรียนในการแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ตัวแปรอิสระเป็นการเน้นของครูในด้านหลักสูตรและการสอนการออกหนังสือรับรองระดับการสอน (มัธยมศึกษาตอนปลาย) ผลการศึกษาพบว่า ระหว่างการเน้นหลักสูตรและการสอนของครูที่มีอยู่ในด้านการมีส่วนร่วมหรือไม่มีส่วนร่วมของนักเรียน จำนวนร้อยละของเวลาในชั้นเรียนที่ใช้ไปกับการศึกษาทดลองประเภทต่าง ๆ การใช้เวลาในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการแสดงผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์และประเภทการช่วยเหลือที่เลือกมาศึกษาเพื่อช่วยนักเรียนในการพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด มีจุดเด่นที่สามารถใช้แก้ปัญหา มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐานที่ 4 ของหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 ที่เน้นทักษะการคิด ซึ่งการคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัย หลังใช้ชุดกิจกรรมนักเรียนที่ไม่สามารถคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเองภายในระยะเวลาที่กำหนดก็สามารถริเริ่มคิดชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยเลียนแบบจากแบบฝึกหัดการตั้งชื่อ จากโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ตลอดจนสามารถตอบคำถามปรนัยได้ว่าโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทใดก็ตาม มีปริมาณการวัดเกี่ยวข้องอยู่อย่างน้อย 2 ปริมาณแน่นอน จากการแปลผลคะแนนด้านความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นด้านที่สำคัญลำดับหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ของข้อสอบแบบอัตนัยที่ให้ดงสภาพ ขนาดและโทนสีของดอกกล้วยไม้ และใช้เป็นต้นทุนในการสร้างชิ้นงาน ตามแนวเพิ่มมูลค่าของทรัพยากร ส่งผลให้ต่อยอดไปสู่ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่อง นักเรียนบางคนยังสามารถนำความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้านนี้ไปบูรณาการกับความคิดสร้างสรรค์ด้านละเอียดลออ เกิดเป็นชิ้นงานใหม่จากเรื่องที่ 5 ในหน่วยของโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ โครงงานกับการวัด ในการสร้างชิ้นงานด้วยการสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และโทนสีของดอกกล้วยไม้ รวมถึงนำเสนอรูปแบบชิ้นงานใหม่ๆ ได้หลายรูปแบบ เช่น จากชิ้นงานพวงกุญแจ สู่ของที่ระลึก จากรองแก้ว โมบาย ม่านหน้าต่าง ม่านประตู แสดงว่าชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้บูรณาการในการเรียนการสอน ด้วยพื้นฐานความรู้เรื่องปริมาณกับการวัด เน้นการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ สามารถส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิด

ริเริ่ม ตามมาด้วยความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ได้จริง ซึ่งความคิด 3 ด้านที่กล่าวมานั้นเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ถ้าผู้ใดได้ศึกษาความคิด 3 ด้านนี้อย่างถ่องแท้ และบูรณาการด้วยความคิดสร้างสรรค์อีกด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดละเอียดลออ จะมีชิ้นงานเป็นของตนเอง ถึงขั้นเป็นที่ชื่นชมและยอมรับ ของผู้ที่ได้รับพบเห็นทั่วไป ชิ้นงานที่เกิดขึ้นอาจจะนำไปจดลิขสิทธิ์ หรือสิทธิบัตรได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้

1.1 ครูผู้สอน

1.1.1 การสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูผู้สอน ทั้งนี้เพราะการที่ครูผู้สอนได้สื่อการสอนที่เป็นระบบตามลำดับความเหมาะสมในแต่ละเนื้อหาวิชา ย่อมทำให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและยั่งยืน

1.1.2 การสอนชุดกิจกรรม เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ผู้สอนจำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียน ศึกษาจุดประสงค์ของวิชา เนื้อหา กิจกรรม และแนวการใช้หนังสือที่จะสอนก่อน เพื่อทำความเข้าใจและนำไปใช้อย่างถูกต้อง

1.1.3 ก่อนนำชุดกิจกรรม เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดไปใช้ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้พร้อม ก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.2 ผู้บริหารโรงเรียน

1.2.1 ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้พัฒนาตนเองด้วย ให้เข้ารับการอบรมศึกษาดูงาน ตามสถานที่ต่างๆ ตามสมควร

1.2.2 ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ครู ได้จัดทำ จัดทำชุดกิจกรรม และนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

1.2.3 ผู้บริหารควรติดตามผล การจัดทำสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ชุดกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ของครูอยู่เสมอเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำนวัตกรรมและยังเป็นการสร้างขวัญ กำลังใจในการทำงาน

1.3 ศึกษานิเทศก์

1.3.1 ศึกษานิเทศก์ ควรจัดอบรมสัมมนาเกี่ยวกับการจัดทำชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้แก่ครูผู้สอน เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการจัดทำการนำไปใช้ตามขั้นตอนที่ถูกต้องอย่างมีระบบ

1.3.2 ศึกษานิเทศก์ ควรสนับสนุนงบประมาณการจัดทำนวัตกรรมแก่ครูผู้สอน เพื่อให้ครูผู้สอน ได้จัดทำนวัตกรรมที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.4 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนแต่ละระดับชั้น ควรระดมความคิด แนะนำ ติดตาม สนับสนุน ช่วยเหลือ ให้ครูผู้สอนได้มีความรู้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนของครูอย่างมีระบบและต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอน

2.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรศึกษาข้อมูลเป็นรายกรณี ในเรื่องความแตกต่างของนักเรียน เพื่อการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสภาพจริงของนักเรียน

2.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย และควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสื่อการเรียนการสอน

2.3 ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนให้มากที่สุด และให้สอดคล้องกับสภาพชีวิตจริงของนักเรียน และความต้องการของท้องถิ่น

2.4 ควรสร้างชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ ในการเรียนการสอนของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในรูปแบบหลักสูตรท้องถิ่น

บรรณานุกรม

คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2546). **การจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.

จันทรา สุทธิกุล. (2534). **กิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา เทศแอม. (2550). **ชุดฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน. **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่1-5.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2546). **ความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาตรี เกิดธรรม. (2547). **เทคนิคการสอนแบบโครงงาน.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

ถวัลย์ มาศจรัส และมณี เรืองขำ. (2549). **แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงงาน (Project).** กรุงเทพมหานคร : ธารอักษร.

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร. (2518). **การสร้างแบบสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.** กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย ต้นทัพไทย. (2548). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2532). **การสร้างผลงานทางวิชาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน.** กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระชัย ปูรณโชติ. (2544). **"โครงงานวิทยาศาสตร์ : การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น" การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

นิตยา บุญตัน. (2541). **ผลการใช้แบบฝึกเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดหัวข้อและการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). **นวตกรรมการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2537). **การวิจัยเบื้องต้นการพัฒนาการสอน.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.

เปรมจิตร บุญสาย. (2541). **การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ผู้ตรวจราชการและติดตามประเมินผล, สำนัก. (2548). **การติดตามปัญหาอุปสรรคการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544**. บันทึกที่ ศธ 0207/ 2692 ลงวันที่ 19 กันยายน 2548.

พิทักษ์ เชียงนอก. (2540). **องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การสอนคิดด้วยโครงงาน.** กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2549). **ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : ฟิสิกส์.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไพรินทร์ ต๋ำคำ. (2550). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนการสอนผ่านเว็บโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

มนธิดา สีตะธนี. (2551). **หนังสือส่งเสริมการพัฒนาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระดับโรงเรียน "โครงงานวิทยาศาสตร์แบบงานวิจัย".** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มยุรา เรืองศิลป์. (2550). **การพัฒนาแบบฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนหญ้านาง สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มิณฑกาญจน์ บุพศิริ. (2552). **ผลการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์โดยสอดแทรกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

เมืองนครศรีธรรมราช. โรงเรียน. (2551). **หลักสูตรสถานศึกษา ฉบับปรับปรุง 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3).** นครศรีธรรมราช: โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช. (อัดสำเนา).

ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). **การวิจัยในชั้นเรียนสำหรับการจัดการเรียนรู้ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** อุตรดิตถ์ : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). **หลักการวิจัยทางการ.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2547). **ข้อเสนอยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทซ็นจูรี่ จำกัด.

วรกิต วัดเข้าหลาม. (2540). **ชุดการสอน.** ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). **การวิจัยในชั้นเรียน.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาสน์.

วาสา พรหมสุรินทร์ (2540) **. การสร้างชุดการสอนโดยวิธีการวิเคราะห์ระบบ เพื่อพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). **การพัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่.** กรุงเทพมหานคร: ธเนศวรการพิมพ์.

วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2546 ก). **สรุปผลการประชุมวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ. (เอกสารอัดสำเนา).

วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2548 ข). **รายงานการวิจัยโครงการวิจัยเชิงทดลองกระบวนการสร้างหลักสูตรสถานศึกษาแบบอิงมาตรฐาน.** กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้า (ร.ส.พ.).

ศิริกาญจน์โกสุมภ์ และดารณี คำวัจนัง. (2545). **ชุดพัฒนาสู่มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน : สอนเด็กให้คิดเป็น.** กรุงเทพมหานคร : เสริมสิน พริเพรส ซิสเท็ม.

ศิวารักษ์ ชนะสงคราม . (2550). **การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราชการ 2551** . กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). **การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาหลักสูตรและการสอบ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

สมชัย อุมะวรรณ. (2532). **ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** . กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบูรณ์ สุริยวงศ์, สมจิตรา เรืองศรี และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์. (2544). **ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

_____. (2544). **ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา.**กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ ส่งเสริมวิชาการ

สมพงษ์ ใจดี. (2550). **ฟิสิกส์เพื่อทุกคน 1 : สาระความรู้สู่สังคม.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพร ผาเจริญ. (2551).**การพัฒนาชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านชำสอง อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

สายพิน กองกระโทก. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแม่เหล็กและแรงไฟฟ้า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากการสอนแบบโครงงาน.** ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สิริลักษณ์ นิติธรรมกุล. (2554). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ชุดการจัดกิจกรรมศิลปะสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลที่ 2 โรงเรียนด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา.** ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สุนีย์ เปมะประสิทธิ์. (2543). **ชุดกิจกรรมแบบ 4 MAT กับการพัฒนาศักยภาพนักเรียน.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2545). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2517). **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

สุวัฒน์ มุทธเมธา. (2523). **การเรียนการสอนปัจจุบัน**. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). **กลยุทธ์ การสอนคิดเชิงกลยุทธ์**. กรุงเทพมหานคร : ดวงกมลสมัย.

สุวิมล ว่องวานิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย. (2547). **การประเมินผลการปฏิรูปการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542: พหุกรณีศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ.

อดิชาต บ้วนกียาพันธุ์. (2546). **รวมหลักกลศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ภูมิบัณฑิต.

อภิญญา เคนบุปผา. (2546). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่อง "สารและสมบัติของสาร" สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อำไพ เกียรติชัย และคณะ. (2545). **การศึกษาอิสระ**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

Kittisunthorn, C. (2003). **Standards-based curriculum: The first experience of Thai Teachers**. Doctoral Dissertation, JamiaIslamia University, Delhi, India.

Nutravong, R. (2002). **School-based curriculum decision-making: A study of the Thailand reform experiment**. Doctoral Dissertation, Indiana University, Bloomington, U.S.A.

Piltz, A. and R. Sund. (1974). **Creative Teaching of Science in the Elementary School**. Boston: Allyn and Bacon, Inc.

Torrance, E. P. (1962). **Guiding Creative Talent**. New Jersey: Prentice Hall.

William, F.E. (1970). **Classroom Ideal for Encouraging Thinking and Feeling**. New York : D.O.K. Publishing, Co.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แสดงรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

นางลมัย วุฒิมานพ	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
วันเกิด	6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2496
การศึกษา	ปริญญาตรี วิชาเอกภาษาไทย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ประวัติการทำงาน	รับราชการครู 30 ปี
ผลงาน	หนังสืออ่านเพิ่มเติม เรื่อง "ภูมิแผ่นดินถิ่นนคร" หนังสือเสริมประสบการณ์ "นิราศอีสาน"
นางอรุณ แก้วพิชัย	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่านครญาณวโรภาสอุทิศ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
วันเกิด	7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2496
การศึกษา	ปริญญาโท สาขาวิชาภาษาไทย มหาวิทยาลัยทักษิณ
ประวัติการทำงาน	รับราชการครู 37 ปี
ผลงาน	ชุดการสอน เรื่อง "การคิด" ช่วงชั้นที่ 3
นางสาวอรษา วณิชย์เศรษฐ์	ครูชำนาญการ (Master Teacherคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา)
วันเกิด	5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2499
การศึกษา	ปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ประวัติการทำงาน	รับราชการครู 29 ปี
ผลงาน	แผนการสอนโครงงานคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางที่ 7 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนกลุ่ม 3 คน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด					คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน
	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(30)
1	9	7	9	8	9	26
2	8	8	7	9	8	21
3	10	9	9	8	9	27
รวม	**27**	**24**	**25**	**25**	**26**	**74**
เฉลี่ยร้อยละ	**90.00**	**80.00**	**83.33**	**83.33**	**86.66**	**24.66**
รวมเฉลี่ยร้อยละ			**84.66**			
ประสิทธิภาพของกระบวนการ			**84.66**			
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์			**82.22**			

$$E_1/E_2 = 84.66/82.22$$

ตารางที่ 8 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนกลุ่ม 9 คน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด					คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (30)
	เรื่องที่ 1 (10)	เรื่องที่ 2 (10)	เรื่องที่ 3 (10)	เรื่องที่ 4 (10)	เรื่องที่ 5 (10)	
1	19	10	9	8	8	25
2	8	8	9	9	8	26
3	8	8	9	9	9	22
4	8	8	8	8	7	24
5	8	8	10	8	8	24
6	9	9	10	8	8	23
7	9	8	9	9	7	23
8	8	8	9	8	7	24
9	8	8	8	9	7	26
รวม	**75**	**75**	**81**	**76**	**69**	**217**
เฉลี่ยร้อยละ	**83.33**	**83.33**	**90**	**84.44**	**76.66**	
รวมเฉลี่ยร้อยละ			**83.55**			
ประสิทธิภาพของกระบวนการ			**83.55**			
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์			**80.37**			

E_1/E_2 = 83.55/80.37

แสดงการหาประสิทธิภาพE_1/E_2ของชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80 ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน (N = 9)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดถูก

N แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{376}{9}}{50} \times 100$$

$$= 83.55$$

80 ตัวหลัง ประสิทธิภาพของ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.33

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

N แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{217}{9}}{30} \times 100$$

$$= 80.37$$

ตารางที่ 9 แสดงคะแนนการทำแบบฝึกหัดจากการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์เนื้อหาโครงงานกับการวัด แต่ละหน่วยของนักเรียนแต่ละคน

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด				
	หน่วยที่ 1 (10)	หน่วยที่ 2 (10)	หน่วยที่ 3 (10)	หน่วยที่ 4 (10)	หน่วยที่ 5 (10)
1	8	8	8	8	7
2	7	8	10	8	7
3	8	8	8	8	8
4	7	9	8	10	10
5	9	9	10	8	8
6	10	8	9	10	9
7	9	8	7	8	10
8	8	7	9	8	8
9	7	8	7	8	9
10	9	8	8	8	9
11	7	9	8	8	8
12	9	9	8	10	7
13	9	8	8	8	7
14	9	7	9	8	8
15	8	9	10	9	10
16	7	8	7	8	7
17	9	8	8	8	8
18	9	7	8	8	9
19	8	8	7	7	7

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด				
	หน่วยที่ 1 (10)	หน่วยที่ 2 (10)	หน่วยที่ 3 (10)	หน่วยที่ 4 (10)	หน่วยที่ 5 (10)
21	8	7	8	8	6
22	10	9	10	10	9
23	8	8	7	8	8
24	6	8	9	6	7
25	7	8	8	9	8
26	8	8	7	7	8
27	8	7	9	8	8
28	10	8	8	8	9
29	10	8	10	7	8
30	9	7	8	7	9
รวม	**249**	**240**	**247**	**243**	**245**
เฉลี่ย	**8.30**	**8.00**	**8.23**	**8.10**	**8.17**

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย 81.60

ตารางที่ 10 แสดงคะแนนการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน
1	17
2	19
3	28
4	26
5	24
6	27
7	27
8	24
9	24
10	22
11	24
12	25
13	26
14	28
15	26
16	25
17	23
18	28
19	25
20	25

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเต็ม 30 คะแนน
21	27
22	28
23	27
24	26
25	26
26	25
27	24
28	28
29	28
30	27
รวม	**759**
เฉลี่ย	**25.30**
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย	**84.33**

การกำหนดประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

80 ตัวแรก ประสิทธิภาพของ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 81.29

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดถูก

N แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{1224}{30}}{50} \times 100$$

$$= 81.60$$

80 ตัวหลัง ประสิทธิภาพของ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 84.33

$$E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการใช้ เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด

$\sum Y$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการอ่าน เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์หน่วยโครงงานกับการวัด

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{759}{30}}{30} \times 100$$

$$= 84.33$$

ตารางที่ 11 ผลจากการทดลองใช้แบบทดสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้นักเรียน จำนวน 30 คน ข้อสอบ 40 ข้อ ผลปรากฏดังนี้

ลำดับที่	คะแนน	หมายเหตุ	ลำดับที่	คะแนน	หมายเหตุ
1	30		16	20	
2	38		17	10	
3	32		18	13	
4	32		19	17	
5	20		20	24	
6	29		21	33	
7	28		22	19	
8	38		23	21	
9	35		24	11	
10	31		25	23	
11	37		26	27	
12	27		27	25	
13	23		28	26	
14	23		29	12	
15	22		30	10	

ตารางที่ 12 นำผลจากการทดลองใช้แบบทดสอบโดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อยของนักเรียน 30 คน แล้วแบ่งครึ่งจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ กลุ่มละ 15 คน กล่าวคือลำดับที่ 1 – 15 เป็นนักเรียนกลุ่มสูง ลำดับที่ 16 – 30 เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำ ผลปรากฏดังนี้

นักเรียนกลุ่มสูง		หมายเหตุ	นักเรียนกลุ่มต่ำ		หมายเหตุ
ลำดับที่	คะแนน		ลำดับที่	คะแนน	
1	38		16	24	
2	38		17	23	
3	37		18	23	
4	35		19	23	
5	33		20	22	
6	32		21	21	
7	32		22	20	
8	31		23	20	
9	30		24	19	
10	29		25	17	
11	28		26	13	
12	27		27	12	
13	27		28	11	
14	26		29	10	
15	25		30	10	

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

ข้อที่	ลำดับที่ (คนที่)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
1	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/	/	/	/	13
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	15
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/		/	13
4	/	/				/		/								4
5	/	/	/	/	/	/	/			/		/	/	/	/	12
6	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	14
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	15
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/		13
9	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/			/	12
10	/	/	/	/				/	/	/	/			/		9
11	/	/	/	/	/	/	/		/		/	/	/			11
12	/	/	/		/	/		/	/			/	/	/	/	11
13	/	/	/	/		/	/		/	/	/	/	/		/	12
14	/	/	/	/	/	/			/	/	/	/	/			11
15	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		14
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/				/	11
18		/			/		/	/		/	/		/	/		8
19	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	14
20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/		13
21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	15
22	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				/	12
23	/	/	/	/	/	/		/				/		/		9
24		/					/			/	/					4
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	14

ตารางที่ 13 (ต่อ)

	ลำดับที่ (คนที่)															
ข้อที่	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**รวม**
26	/	/	/	/	/			/		/	/					8
27	/	/	/	/		/	/			/	/		/	/		10
28	/		/	/		/		/	/	/			/	/	/	10
29	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	14
30	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	15
31	/	/	/		/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	13
32	/	/	/	/	/		/		/			/	/		/	10
33	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				/	/	12
34	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	14
35	/	/	/	/	/		/	/	/							8
36	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/	14
37	/	/	/	/	/	/	/			/	/	/		/		11
38	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	15
39	/	/	/	/	/		/	/					/		/	9
40	/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/		12
รวม	**38**	**38**	**37**	**35**	**33**	**32**	**32**	**31**	**28**	**30**	**29**	**27**	**27**	**25**	**25**	

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

	ลำดับที่ (คนที่)															
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
1	/		/						/		/					4
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/		13
3		/	/	/	/	/				/		/				7
4					/			/	/							3
5	/		/		/	/	/			/						6
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/				12
7	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/		/	/	13
8	/			/				/								3
9	/	/			/	/		/	/							6
10			/	/			/					/				4
11		/	/					/								3
12		/		/	/	/	/								/	6
13	/	/	/	/		/		/		/				/		8
14		/	/	/		/		/	/			/	/			8
15	/	/				/	/	/	/	/	/		/			9
16	/	/	/	/		/	/	/		/	/		/			10
17		/	/	/	/							/			/	6
18					/				/		/		/	/		5
19		/	/		/		/			/				/	/	7
20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		/			12
21	/	/	/	/	/		/	/	/		/			/		10
22		/		/			/	/		/		/	/	/		8
23			/		/				/	/					/	5
24									/		/			/		3
25	/	/		/		/	/			/		/	/		/	9

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	ลำดับที่ (คนที่)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	รวม
26	/		/	/	/			/								5
27						/		/	/							3
28	/	/	/		/	/	/			/	/		/		/	10
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/					/		10
30	/			/	/	/		/								5
31	/	/	/	/		/		/	/			/	/			9
32	/				/				/	/				/		5
33		/		/	/		/						/			5
34	/		/				/	/	/			/	/		/	8
35				/		/					/				/	4
36	/				/					/						3
37			/		/				/						/	4
38	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/		/		12
39	/				/											2
40		/				/	/	/					/			5
รวม	**23**	**23**	**23**	**22**	**24**	**20**	**19**	**20**	**21**	**17**	**13**	**12**	**10**	**11**	**10**	

การวิเคราะห์ข้อสอบ

การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ดำเนินการดังนี้

1. หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบ ความยากของแบบทดสอบพิจารณาได้จากสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อคำถามนั้นถูกกับจำนวนผู้สอบทั้งหมด จากสูตร

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

เมื่อ R คือจำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือจำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ความยกง่าย (P) ของแบบทดสอบมีค่าระหว่าง .02 ถึง .80 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นใช้ได้ ถ้าความยากง่าย (P) มีค่าต่ำกว่า .02 ถือว่าข้อสอบข้อคำถามนั้นยากไป ถ้าค่าความยากง่าย (P) สูงกว่า .80 ถือว่าข้อคำถามนั้นง่ายไป และเป็นข้อสอบที่ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป

2. หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกดี หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ได้อย่างชัดเจน การหาค่าอำนาจจำแนกใช้สูตร

$$r = \frac{\overline{R_U \quad R_L}}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_U แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ถือว่าจำแนกคนเก่งและอ่อนได้ จะมีค่าตั้งแต่ .02 ขึ้นไป

สรุป การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ แต่ละข้อต้องหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยที่ .02 <P < 0.8 และ r ≥ 0.2 ถือว่าข้อสอบนั้นใช้ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ ก่อนนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย เป็นดังนี้

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

ข้อที่	กลุ่มสูง (ตอบถูก)	กลุ่มต่ำ (ตอบถูก)	ค่าความยากง่าย (P) .02 <P < 0.8	ค่าอำนาจจำแนก (r) r ≥ 0.2	สรุป
1	13	4	0.57	0.60	ใช้ได้
2	15	13	0.93	0.13	ใช้ไม่ได้
3	13	7	0.67	0.40	ใช้ได้
4	4	3	0.23	0.07	ใช้ไม่ได้
5	12	6	0.60	0.40	ใช้ได้
6	14	12	0.87	0.13	ใช้ไม่ได้
7	15	13	0.93	0.13	ใช้ไม่ได้
8	13	3	0.87	0.67	ใช้ไม่ได้
9	12	6	0.60	0.40	ใช้ได้
10	9	4	0.43	0.33	ใช้ได้
11	11	3	0.47	0.53	ใช้ได้
12	11	6	0.57	0.33	ใช้ได้
13	12	8	0.67	0.26	ใช้ได้
14	11	8	0.63	0.20	ใช้ได้
15	14	9	0.77	0.33	ใช้ได้
16	14	10	0.80	0.26	ใช้ได้
17	11	6	0.57	0.33	ใช้ได้
18	8	5	0.43	0.20	ใช้ได้
19	14	7	0.70	0.47	ใช้ได้
20	13	12	0.83	0.07	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง (ตอบถูก)	กลุ่มต่ำ (ตอบถูก)	ค่าความยากง่าย (P) .02 <P < 0.8	ค่าอำนาจจำแนก (r) r ≥ 0.2	สรุป
21	15	10	0.83	0.33	ใช้ไม่ได้
22	12	8	0.64	0.26	ใช้ได้
23	9	5	0.47	0.27	ใช้ได้
24	4	3	0.23	0.07	ใช้ไม่ได้
25	14	9	0.77	0.33	ใช้ได้
26	8	5	0.43	0.20	ใช้ได้
27	10	3	0.43	0.47	ใช้ได้
28	10	10	0.67	0	ใช้ไม่ได้
29	14	10	0.80	0.26	ใช้ได้
30	15	5	0.67	0.67	ใช้ได้
31	13	9	0.73	0.26	ใช้ได้
32	10	5	0.50	0.33	ใช้ได้
33	12	5	0.57	0.47	ใช้ได้
34	14	8	0.73	0.40	ใช้ได้
35	8	4	0.40	0.26	ใช้ได้
36	14	3	0.57	0.73	ใช้ได้
37	11	4	0.50	0.47	ใช้ได้
38	15	12	0.90	0.20	ใช้ไม่ได้
39	9	2	0.37	0.47	ใช้ได้
40	12	5	0.57	0.47	ใช้ได้

ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้ว ใช้ได้และเป็นข้อสอบที่ดี 30 ข้อ

ตารางที่ 16 ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P) .02 <P < 0.8	ค่าอำนาจจำแนก (r) r ≥ 0.2	คุณภาพ
1	0.57	0.60	เป็นข้อสอบที่ดี
2	0.67	0.40	เป็นข้อสอบที่ดี
3	0.60	0.40	เป็นข้อสอบที่ดี
4	0.60	0.40	เป็นข้อสอบที่ดี
5	0.43	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
6	0.47	0.53	เป็นข้อสอบที่ดี
7	0.57	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
8	0.67	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
9	0.63	0.20	เป็นข้อสอบที่ดี
10	0.77	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
11	0.80	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
12	0.57	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
13	0.43	0.20	เป็นข้อสอบที่ดี
14	0.70	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี
15	0.67	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
16	0.47	0.27	เป็นข้อสอบที่ดี
17	0.77	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
18	0.43	0.20	เป็นข้อสอบที่ดี
19	0.43	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี
20	0.80	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
21	0.67	0.67	เป็นข้อสอบที่ดี
22	0.73	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
23	0.50	0.33	เป็นข้อสอบที่ดี
24	0.57	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี
25	0.73	0.40	เป็นข้อสอบที่ดี

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P) .02 <P < 0.8	ค่าอำนาจจำแนก (r) r ≥ 0.2	คุณภาพ
26	0.40	0.26	เป็นข้อสอบที่ดี
27	0.57	0.73	เป็นข้อสอบที่ดี
28	0.50	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี
29	0.37	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี
30	057	0.47	เป็นข้อสอบที่ดี

วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งชุด

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งชุด คำนวณโดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน อ้างจาก สมบูรณ์ สุริยวงศ์ สมจิตรา เรืองศรี และ เพ็ญศรี เศรษฐวงศ์ (2544, 151) ดังนี้

$$KR20 = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ k คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ

$\Sigma X = 528$

$N = 30$

$$X = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{528}{30} = 17.60$$

$$S_x^2 = \frac{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2}{n(n-1)}$$

$$S_x^2 = \frac{30(10702)-(528)^2}{30(30-1)}$$

$$= \frac{321060-278784}{870}$$

$$= \frac{42276}{870} = 48.59$$

$\Sigma pq = 6.66$

$S_x^2 = 48.59$

$K = 20$

แทนค่าจากสูตร KR $= \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S_x^2}\right]$

$= \frac{20}{19}\left[1-\frac{6.66}{48.59}\right]$

$= 1.05\ (1-0.14)$

$= 1.05\ (0.86)$

$= 0.903$

ดังนั้น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชุดนี้มีค่าเท่ากับ 0.903

ตารางที่ 17 การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งชุดข้อสอบที่ได้ทำการวิเคราะห์โดยหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จำนวน 30 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งชุด

น.ร.	ข้อสอบที่ดี																														คะแนน		
คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	X	$X-\overline{X}$	$(X-\overline{X})^2$
1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	21	3.4	1.56
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	11.4	129.96
3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	23	5.4	29.16
4	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	8.4	70.56
5	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	15	-2.6	6.76
6	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	22	4.4	19.36
7	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	20	2.4	5.76
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	29	11.4	129.96
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	28	10.4	108.16
10	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	22	4.4	19.36
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	6.4	40.96
12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	19	1.4	1.96
13	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	15	-2.6	6.76
14	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	16	-1.6	2.56
15	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	15	-2.6	6.76
16	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	13	-4.6	21.16
17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	8	-9.6	92.16
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	-12.6	158.76

ตารางที่ 17 (ต่อ)

น.ร.	ข้อสอบที่ดี																														คะแนน		
คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	X	$X-\overline{X}$	$(X-\overline{X})^2$
19	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	11	-6.6	43.56
20	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	16	-1.6	2.56
21	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	7.4	54.76
22	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	12	-.56	31.36
23	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	13	-4.6	21.16
24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	-11.6	134.56
25	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	15	-.26	.068
26	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	21	3.4	11.56
27	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	17	-0.6	0.36
28	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	19	1.4	1.96
29	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	8	-.96	.922
30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	10	-.76	57.76
P	.57	.67	.60	.60	.43	.47	.57	.67	.63	.77	.80	.57	.43	.70	.67	.47	.77	.43	.43	.80	.67	.73	.50	.57	.73	.40	.57	.50	.37	.57			
Q	.60	.40	.40	.40	.33	.53	.33	.26	.20	.33	.26	.33	.20	.47	.26	.27	.33	.20	.47	.26	.67	.26	.33	.47	.40	.26	.73	.47	.47	.47			
pq	.34	.27	.24	.24	.14	.25	.19	.17	.13	.25	.21	.19	.09	.33	.17	.13	.25	.09	.20	.21	.45	.19	.17	.27	.29	.10	.42	.24	.17	.27			

N = 30 $\quad \Sigma X = 528 \quad X = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{528}{30} = 17.6$ X คือคะแนนของแต่ละคน $\quad \Sigma Pq = 6.66$

ตารางที่ 18 แสดงผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (PRE – TEST)

เลขที่	คะแนน (X)	$\bar{X} - X$	$(\bar{X} - X)^2$
1	13	-2	4
2	18	3	9
3	17	2	4
4	19	4	16
5	16	1	1
6	14	-1	1
7	14	-1	1
8	21	6	36
9	14	-1	1
10	21	6	36
11	20	5	25
12	17	2	4
13	18	3	9
14	18	3	9
15	17	2	4
16	12	-3	9
17	18	3	9
18	19	4	16
19	11	-4	16
20	14	-1	1
21	12	-3	9
22	19	4	16
23	16	1	1
24	10	-5	25
25	17	2	4

ตารางที่ 18 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน (X)	$\bar{X} - X$	$(\bar{X} - X)^2$
26	8	-7	49
27	9	-6	36
28	9	-6	36
29	8	-7	49
30	15	0	0
31	16	1	1
32	19	4	16
33	20	5	25
34	11	-4	16
35	9	-6	36
36	15	0	0
37	17	2	4
38	18	3	9
39	16	1	1
40	10	-5	25
41	14	-1	1
42	11	-4	16

จากตารางเป็นการทดสอบก่อนเรียน (PRE – TEST) โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลโดยได้หาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้ว จำนวน 30 ข้อ ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 42 คน ผลปรากฏดังนี้

นักเรียนทำข้อสอบได้คะแนนสูงสุด 21 คะแนน คะแนนต่ำสุด 8 คะแนน

$N = 42 \qquad \sum X = 630 \qquad X = \frac{\sum X}{N} = \frac{630}{42} = 15.00$

$\sum (X - X)^2 = 586$

$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - X)^2}{N}}$

$= \sqrt{\frac{586}{42}}$

$= \sqrt{13.95}$

$SD = 3.74$

คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
30	15.00	3.74

ตารางที่ 19 แสดงผลคะแนนการสอบหลังเรียน (POST – TEST)

เลขที่	คะแนน (X)	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
1	22	0.4	0.16
2	24	2.4	5.76
3	26	4.4	19.36
4	23	1.4	1.96
5	25	3.0	11.56
6	18	-3.6	12.96
7	20	-1.6	2.56
8	27	5.4	29.16
9	20	-1.6	2.56
10	28	6.4	40.96
11	28	6.4	40.96
12	19	-2.6	0.07
13	18	-3.6	12.96
14	24	2.4	5.76
15	26	4.4	19.36
16	19	-2.6	6.76
17	23	1.4	1.96
18	25	3.4	11.56
19	25	3.4	11.56
20	26	4.4	19.36
21	22	0.4	0.16
22	24	2.4	5.76
23	21	-0.6	0.36
24	24	2.4	5.76
25	20	-1.6	2.56

ตารางที่ 19 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน (X)	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
26	16	-5.9	31.36
27	15	-6.6	43.56
28	14	-7.6	57.76
29	19	-2.6	6.76
30	18	-3.6	12.96
31	25	3.4	11.56
32	23	1.4	1.96
33	22	0.4	0.16
34	17	-4.6	21.16
35	19	-2.6	6.76
36	20	-1.6	2.56
37	20	-1.6	2.56
38	19	-2.6	6.76
39	18	-3.6	12.96
40	24	2.4	5.76
41	21	-0.6	0.36
42	20	-1.6	2.56

จากตาราง เป็นการทดสอบหลังเรียน (POST – TEST) โดยนำแบบทดสอบชุดเดิมที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนมาแล้ว จำนวน 30 ข้อ เมื่อการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว ผลปรากฏดังนี้

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้คะแนนสูงสุด 28 คะแนน คะแนนต่ำสุด 14 คะแนน

$N = 42 \qquad \Sigma X = 907 \qquad X = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{907}{42} = 21.60$

$\Sigma(X-X)^2 = 499.43$

$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(X-X)^2}{N}}$

$= \sqrt{\frac{499.43}{42}}$

$= \sqrt{11.89}$

$SD = 3.45$

ตารางที่ 20 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (PRE – TEST)	คะแนนหลังเรียน (POST – TEST)
1	13	22
2	18	24
3	17	26
4	19	23
5	16	25
6	14	18
7	14	20
8	21	27
9	14	20
10	21	28
11	20	28
12	17	19
13	18	18
14	18	24
15	17	26
16	12	19
17	18	23
18	19	25
19	11	25
20	14	26
21	12	22
22	19	24
23	16	21

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (PRE – TEST)	คะแนนหลังเรียน (POST – TEST)
24	10	24
25	17	20
26	8	16
27	9	15
28	9	14
29	8	19
30	15	18
31	16	25
32	19	23
33	20	22
34	11	17
35	9	19
36	15	20
37	17	20
38	18	19
39	16	18
40	10	24
41	14	21
42	11	20

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	X	Y	D	D^2
1	13	22	9	81
2	18	24	6	36
3	17	26	9	81
4	19	23	4	16
5	16	25	9	81
6	14	18	4	16
7	14	20	6	36
8	21	27	6	36
9	14	20	6	36
10	21	28	7	49
11	20	28	8	64
12	17	19	2	4
13	18	18	0	0
1	18	24	6	36
15	17	26	9	81
16	12	19	7	49
17	18	23	5	25
18	19	25	6	36
19	11	25	14	196
20	14	26	12	144
21	12	22	10	100
22	19	24	5	25
23	16	21	5	25
24	10	24	14	196
25	17	20	3	9

ตารางที่ 21 (ต่อ)

เลขที่	X	Y	D	D^2
26	8	16	8	64
27	9	15	6	36
28	9	14	5	25
29	8	19	11	121
30	15	18	3	9
31	16	25	9	81
32	19	23	4	16
33	20	22	2	4
34	11	17	6	36
35	9	19	10	100
36	15	20	5	25
37	17	20	3	9
38	18	19	1	1
39	16	18	2	4
40	10	24	14	196
41	14	21	7	49
42	11	20	9	81
รวม	630	907	277	2315

เมื่อ X คือคะแนนก่อนเรียน Y คือคะแนนหลังเรียน D คือความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

D^2 คือความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

$\sum D \quad \sum D^2 \quad = \quad 23$

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีหาค่า T – TEST

จากการนำหนังสือ โครงงานวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ ไปใช้สอนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 42 คน ผลการทดลองตามตารางการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนดังได้กล่าวมาแล้ว ในขั้นตอนนี้ จะกล่าวถึงการหาค่า T – TEST จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D = 277 \qquad \sum D^2 = 2315 \qquad N = 42$

$$D = \frac{\sum D}{N} = \frac{277}{42} = 6.60$$

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N(N-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{42 \times 2315 - (277)^2}{42(41)}}$$

$$= \sqrt{\frac{97230 - 76729}{1722}}$$

$$= \sqrt{\frac{20501}{1722}} = \sqrt{11.91}$$

$$= 3.45$$

ขั้นที่ 1 ตั้งสมติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ขั้นที่ 3 คำนวณค่า 1 จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{277}{\sqrt{\frac{42(2315) - (277)^2}{42-1}}}$$

$$= \frac{277}{\sqrt{\frac{42(2315) - 76729}{41}}}$$

$$= \frac{277}{\sqrt{\frac{97230 \quad 76729}{41}}}$$

$$= \frac{277}{\sqrt{\frac{20501}{41}}}$$

$$= \frac{277}{\sqrt{500.02}}$$

$$= \frac{277}{22.36}$$

$$= 12.39$$

ค่า t จากการคำนวณมีค่า = 12.39

ค่า t (0.05, 5) จากตารางมีค่าเท่ากับ 2.571

ค่า t จากการคำนวณ >t ตาราง แสดงว่า t คำนวณตกอยู่ในเขตวิกฤต หรือเขตปฏิเสธ สรุปผลการทดลองได้ว่า ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

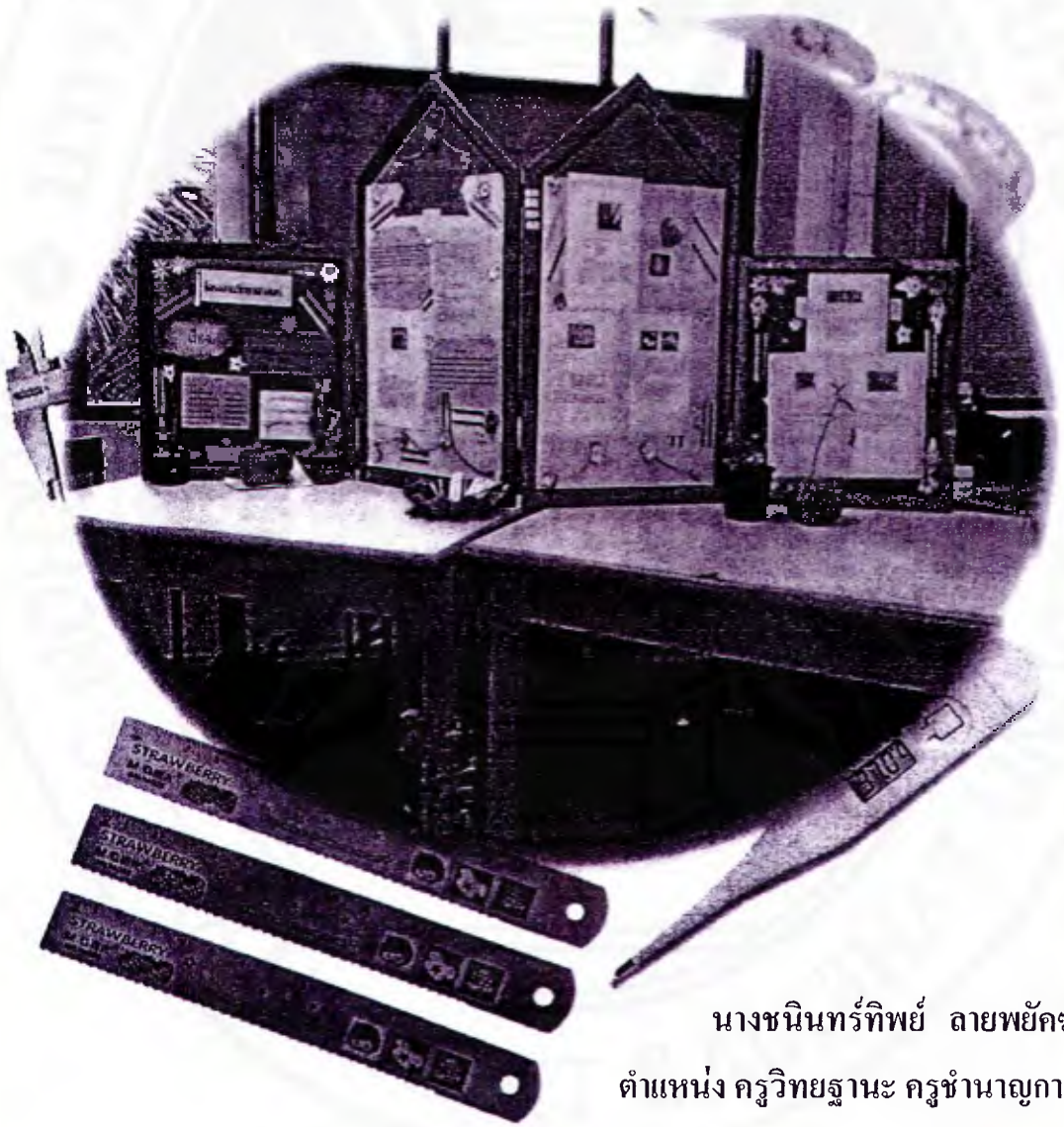
สรุปผลการทดลองในครั้งนี้ว่า รื่อง สำหรับช่วงชั้นที่ 3 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรียนวิชา โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการทดลอง เรื่อง โครงงาน หลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้นลง นักเรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	Df (n-1)	X	SD.	D	SD.	t
ก่อนเรียน	41	15.00	3.74			
				6.60	3.45	12.39
หลังเรียน	41	21.60	3.45			

t (.05 : df 5) = 12.39

ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
หน่วยโครงงานกับการวัด



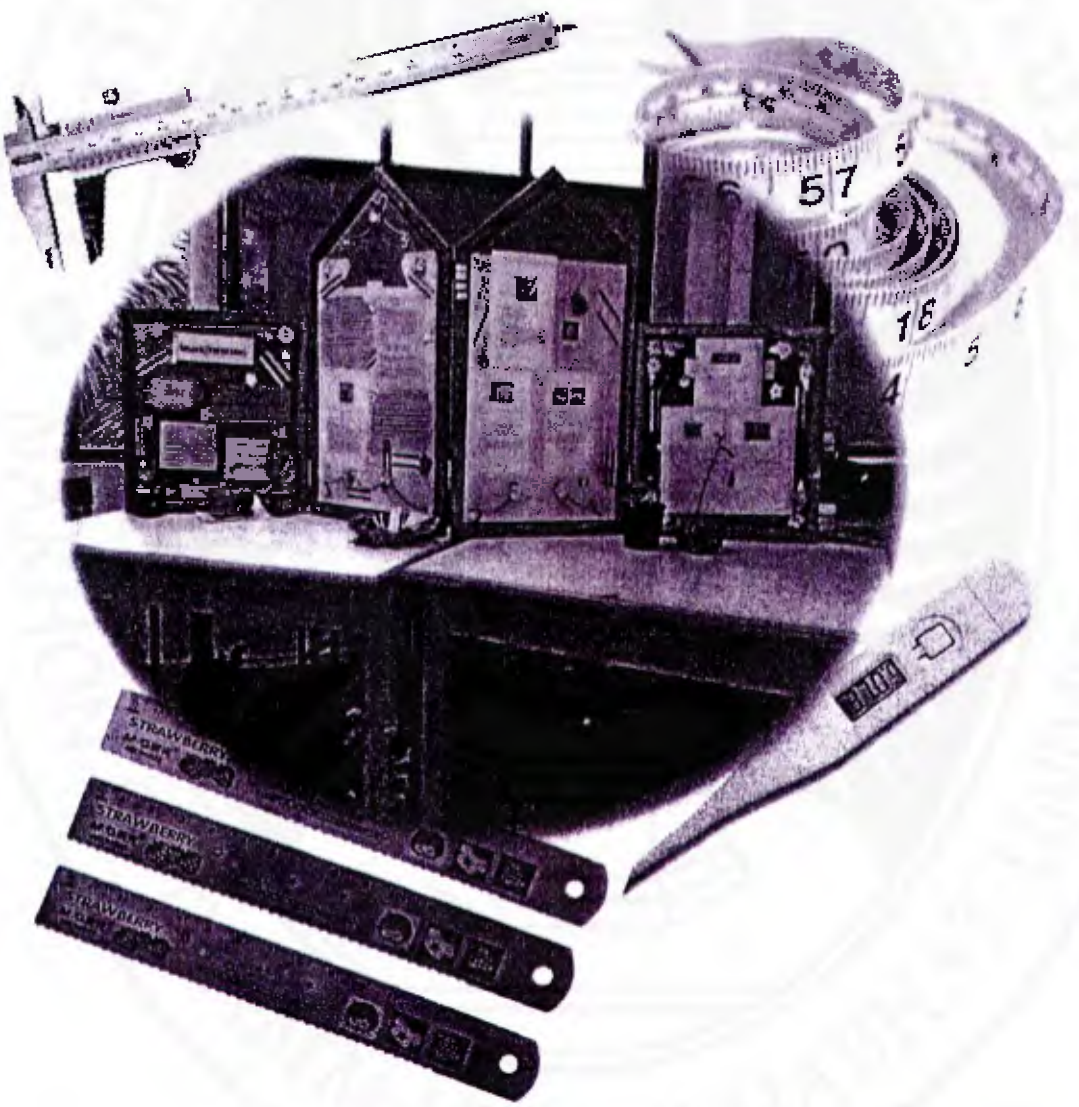
นางชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์

ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช

หน่วยที่ 5 โครงงานกับการวัดในการผลิตสิ่งประดิษฐ์

ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
หน่วยที่ 5 โครงงานกับการวัดในการผลิตสิ่งประดิษฐ์



นางชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์

ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อ. เมือง จ. นครศรีธรรมราช

คำนำ

โครงงานกับการวัด เป็นชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ทาง ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดคล่องประกอบด้วยสาระสำคัญ 5 หน่วยด้วยกันคือ วิทยาศาสตร์กับการศึกษา โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจ โครงงานกับการวัดในโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง โครงงานกับการวัดในชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์

ในหน่วยนี้ประกอบด้วย

1. ใบความรู้
2. บัตรกิจกรรม
3. กิจกรรมที่ 1
4. กิจกรรมที่ 2
5. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำกิจกรรมจากชุดที่ 1 ถึง 4 มาตามลำดับ ผู้ใช้ชุดกิจกรรมนี้จะสามารถบูรณาการเข้าด้วยกัน จนเป็นชิ้นงาน ด้วยองค์ความรู้ในเรื่องของการวัด จากปริมาณมูลฐาน ผสมผสานความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน บนการใช้ดันทุนในธรรมชาติ คือ ใบ ดอก ผล จนเป็นชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์ที่ผู้พบเห็นบอกได้ทันทีว่า เป็นผลลัพธ์จากความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม

วัตถุประสงค์ของการสร้างชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

1. เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด
2. เพื่อให้นักเรียนได้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ตรงกับความต้องการของนักเรียน
3. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง ปริมาณมูลฐานทางวิทยาศาสตร์และบอกจำนวนปริมาณมูลฐานได้ถูกต้อง
5. เพื่อฝึกการใช้ปริมาณมูลฐานเบื้องต้นอย่างน้อย 1 ปริมาณ มาริเริ่มกำหนดเป็นชื่อเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทใด ประเภทหนึ่งได้
6. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายได้ว่า ปริมาณมูลฐานซึ่งเป็นความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโครงงานวิทยาศาสตร์ได้เช่นไรบ้าง

คำชี้แจงสำหรับครู

ครูผู้ใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด ควรจะได้ศึกษาขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรมให้เข้าใจ ดังนี้

1. ครูต้องเตรียมชุดกิจกรรมให้ครบจำนวนนักเรียน
2. ครูต้องเตรียมการสอนล่วงหน้าและเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้ครบ
3. ก่อนสอนครูควรตรวจสอบอุปกรณ์การสอนที่เตรียมไว้ให้เรียบร้อย
4. จัดการเรียนการสอนตามแผนการเรียนรู้ และคู่มือครูโดยเฉพาะเนื้อหา ที่จะสอนอย่างละเอียด
5. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3-4 คน โดยคละเพศ และคละความสามารถ แล้วเลือกประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่มทุกครั้ง โดยสับเปลี่ยนหน้าที่กัน
6. ก่อนเรียนครั้งรก ให้ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบบทบาทของนักเรียน โดยรักษาวินัยหรือระเบียบอย่างเคร่งครัด
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 30 ข้อ
8. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 30 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ
9. ครูบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึก

คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรม จำนวน 10 ข้อ เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐาน

2. นักเรียนศึกษาเนื้อหา และกิจกรรมตามลำดับ

3. หากนักเรียนไม่เข้าใจ ไม่แน่นใจ ต้องปรึกษาครู หรือศึกษาทบทวนใหม่ อีกครั้ง

4. ในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนควรปฏิบัติงานให้ทันเวลาที่กำหนดให้

5. ขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนด้วยชุดกิจกรรมแต่ละชุด นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน

6. นักเรียนควรมีความร่วมมือร่วมใจ มีความสามัคคี ร่วมกันแสดง

7. เมื่อศึกษาชุดกิจกรรมจบแล้ว นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อประเมินผลพัฒนาการเรียนรู้

สาระสำคัญ

การวัดเป็นพื้นฐานสำคัญยิ่งในการเก็บข้อมูลของผู้ศึกษาและปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่การสร้างกฎ หรือทฤษฎีต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ ในการวัด ปัจจุบันใช้ปริมาณมูลฐาน 7 ปริมาณด้วยกันได้แก่ มวล เวลา ความยาว อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า ปริมาณสาร และความเข้มของการส่องสว่าง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เรื่อง ปริมาณมูลฐานทางวิทยาศาสตร์และบอกจำนวนปริมาณมูลฐานได้ถูกต้อง
3. เพื่อฝึกการใช้ปริมาณมูลฐานเบื้องต้นอย่างน้อย 1 ปริมาณ มาริเริ่มกำหนดเป็นชื่อเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทใด ประเภทหนึ่งได้
4. เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายได้ว่า ปริมาณมูลฐานซึ่งเป็นความรู้ในศาสตร์สาขาฟิสิกส์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโครงงานวิทยาศาสตร์ได้เช่นไรบ้าง

การวัด

1. ความหมายและความสำคัญของการวัด

การวักเป็นกระบวนการในการใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณต่างๆ ที่ต้องการทราบค่า ปริมาณที่วัดได้จะมีความถูกต้องแม่นยำมากน้อยเท่าใดนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือแล้ว ยังขึ้นกับทักษะในการเลือกและการใช้เครื่องมือด้วย ปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการ และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นกฎเกณฑ์หรือหลักการที่ตั้งขึ้นจะมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด ส่วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับว่าเราสามารถวัดปริมาณต่างๆได้ถูกต้องแม่นยำเพียงใด ทักษะในการวัดจึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งสำหรับการศึกษาคนคว้าทางวิทยาศาสตร์ การทดลองวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะต้องวัดปริมาฯต่างๆ อยู่ด้วยเสมอ

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณต่างๆ ในปัจจุบันมีจำนวนมากมาย นับตั้งแต่เครื่องมือง่ายๆ เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง นาฬิกา จนไปถึงเครื่องมือที่มีความซับซ้อนและราคาแพง เช่น แมสสเปกโตมิเตอร์ เป็นต้น ทักษะในการวัดนอกจากจะหมายถึงทักษะในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำแล้ว ยังรวมไปถึงทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดปริมาณต่างๆ ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการด้วย เช่น ในการวัดความกว้างหรือความยาวของห้องเราจะเลือกใช้ไม้เมตรหรือตลับเมตรมากกว่าที่จะใช้ไม้บรรทัด ในทางตรงกันข้ามถ้าต้องการวัดความกว้างหรือความยาวของใบไม ไม้บรรทัดจะเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกว่าตลับเมตรหรือไม้เมตรดังนี้ เป็นต้น

2. หน่วยของการวัด

การบอกปริมาณที่ได้จากการวัดทุกครั้งต้องมีหน่วยกำกับเสมอ ระบบหน่วยมีหลายระบบ แต่ระบบที่ตกลงใช้กันเป็นสากลคือระบบเอสไอ (SI = International System Of Unit หรือ System International d'Unite 's)

3. เกี่ยวกับระบบเอสไอ (About SI unit)

หน่วยวัดระบบเอสไอ (SI unit) คือ ระบบหน่วยวัดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาจากระบบหน่วยเมตริก ของประเทศฝรั่งเศส ประกอบไปด้วยหน่วยพื้นฐาน 7 หน่วยคือ

เมตร (metre) เป็นหน่วยของความยาว (Length)

กิโลกรัม (kg) เป็นหน่วยของมวล (Mass)

วินาที (s) เป็นหน่วยของเวลา (Time)

แอมแปร์ (A) เป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า (electricalCurrent)

เคลวิน (k) เป็นหน่วยวัดของอุณหภูมิ (Thermodynamic Temperature)

แคนเดลลา (ed) เป็นหน่วยวัดความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity)

โมล (mol) เป็นหน่วยวัดปริมาณของสาร (Amount of Substance)

หน่วยมูลฐานของระบบเอสไอ มี 7 หน่วย หน่วยมูลฐานนี้ใช้กับปริมาณมูลฐานทั้ง 7 ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว หน่วยมูลฐานมีดังนี้

ปริมาณกายภาพ	หน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	M
มวล	กิโลกรัม	Kg
เวลา	วินาที	S
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิก	เคลวิน	K
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	Cd
ปริมาณของสาร	โมล	mol

ความสำคัญของหน่วยวัด (Significance)

ในการบ่งบอกขนาดของปริมาณใดๆ จะต้องมีองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ ส่วนของตัวเลข และส่วนแสดงหน่วยวัด หน่วยเป็นความสำคัญในการบ่งบอกขนาดของปริมาณต่างๆ เป็นอย่างยิ่ง ความถูกต้องของหน่วย คือ ปัจจัยความถูกต้องของการบอกขนาดปริมาณ

ประวัติความเป็นมา (History of SI)

ระบบหน่วย SI ถือกำเนิดมาจากระบบหน่วยเมตริกของฝรั่งเศสในช่วงปฏิวัติฝรั่งเศส ราวคริสต์ทศวรรษที่ 1790 ซึ่งนำไปสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์สองชิ้น ที่ทำจากโลหะแพลทินัม เพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับหน่วยเมตร และหน่วยกิโลกรัม มาตรฐานทั้งสองสร้างเสร็จและถูกนำไปเก็บไว้ที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติของประเทศฝรั่งเศส (Archives de La Republique) ที่กรุงปารีสในวันที่ 22 มิถุนายน ค.ศ. 1799 ซึ่งถือได้ว่าเป็นการวางรากฐานระบบหน่วย SI อย่างเป็นหลักเป็นฐานครั้งแรก

ขั้นตอนการจัดทำกิจกรรมโครงงานกับการวัดในการผลิตสิ่งประดิษฐ์

ขั้นตอน	ตัวอย่างกิจกรรม
1. ศึกษา/กำหนดแนวคิดและความสำคัญของเรื่องที่ต้องการพัฒนาหรือประดิษฐ์	เก็บ ใบ ดอก ผล ของพืช จากการทำโครงงานสำรวจมาสังเกตความสัมพันธ์กับปริมาณมูลฐานอย่างน้อย 1 ปริมาณ
2. ศึกษาทฤษฎีเนื้อหาที่ต้องการเพื่อกำหนดหลักการ	- เรื่องการคงสภาพโทนสี - เรื่องการคงสภาพ รูปร่าง ลักษณะ - การถนอมรักษาเซลล์ ด้วยพลังงานความร้อน
3. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้าง/ศึกษา/ค้นคว้า	ผู้ใช้กิจกรรมสามารถคงสภาพ ใบ ดอกหรือผลด้วยพลังงานความร้อนจากเตารีดไฟฟ้า
4. ตั้งสมมติฐาน (ถ้ามี)	พลังงานความร้อนจากเตารีดไฟฟ้าสามารถคงสภาพขนาดและสีของใบ ดอก ผลได้ใกล้เคียงสภาพเดิม
5. ดำเนินการ	ทดลองคงสภาพ ดอกกล้วยไม้ ด้วยพลังงานความร้อนจากเตารีดไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นวัสดุสำคัญในการผลิตชิ้นงาน
6. สรุปผลการทดลอง	ใบ ดอก ผล ของต้นไม้ ใช้เป็นทุนในการผลิตสิ่งประดิษฐ์เป็นการค้นคิดหามูลค่าเพิ่ม ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณมูลฐาน คือ เวลา อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า มวล ความยาว

แบบทดสอบก่อนการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

1. ข้อใดหมายถึงสมัยของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   ก. สมัยดึกดำบรรพ์
   ข. สมัยประวัติศาสตร์
   ค. สมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมและปัจจุบัน
   ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้มาจากการกระทำในข้อใด
   ก. การสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ
   ข. การทดลองในห้องปฏิบัติการ
   ค. การสร้างแบบจำลองทางความคิด
   ง. ถูกทุกข้อ
3. วิทยาศาสตร์มีความหมายตรงกับข้อใด
   ก. ความหมายของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ
   ข. การสำรวจและการแปรความหมายของเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ
   ค. ความรู้ที่จัดไว้อย่างมีระบบ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
   ง. ความรู้ที่เป็นระบบ ซึ่งได้มาจากการสังเกต การศึกษา และการทดลอง เพื่อให้รู้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษา
4. กระบวนการแสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงข้อใด
   ก. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
   ข. ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
   ค. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   ง. ทั้ง ข้อ ก ข และ ค
5. ข้อใดไม่เป็นลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
   ก. ตระหนักในความไม่แน่นอนของสรรพสิ่ง
   ข. ยึดถือความคิดที่สืบทอดกันมาเพียงอย่างเดียว
   ค. เชื่อว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายด้วยเหตุผลได้เสมอ
   ง. เชื่อว่าเหตุการณ์สองอย่างที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ต่อกันเสมอไป

6. ข้อใดเป็นความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
   ก. เป็นกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สงสัย อาจจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้าด้วย
   ข. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าตั้งแต่เริ่มจนจบ ภายใต้การให้คำปรึกษาของครู ตามความสามารถและสนใจของนักเรียน
   ค. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สงสัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูและผู้ทรงคุณวุฒิช่วยเหลือแนะนำ เพื่อให้ได้ผลตามสมมติฐาน
   ง. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้า เมื่อครูเห็นว่าเป็นเรื่องที่สนใจและนักเรียนมีความรู้ความสามารถเป็นพิเศษ
7. เมื่อ ด.ช.เหนือภพ เลือกหัวข้อเรื่อง การศึกษาปริมาณมูลฐานที่สัมพันธ์ในการสร้างจรวดขวดน้ำ ประเภทยิงไกล อะไรเป็นตัวแปรต้นของโครงงานนี้
   ก. มวลของจรวดขวดน้ำ
   ข. ระยะทางที่จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้
   ค. เวลาในการเคลื่อนของจรวดขวดน้ำ
   ง. อุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายในของจรวดขวดน้ำ
8. ข้อใดเป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงงาน
   ก. คิดและเลือกหัวข้อ
   ข. การศึกษาเอกสาร
   ค. ปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ
   ง. วางแผนการทำโครงงาน
9. นายทศพล ทำโครงงาน ขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ จึงได้ไปขอคำปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับเรื่อง การปลูกต้นไม้ ท่านคิดว่าอยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงงาน
   ก. คิดและเลือกหัวข้อ
   ข. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
   ค. การจัดทำโครงย่อของโครงงาน
   ง. การลงมือทำโครงงาน

10. การจัดทำแผนปฏิบัติงาน อยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงงาน
    ก. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
    ข. การเขียนรายงาน
    ค. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ
    ง. การลงมือทำโครงงาน
11. น.ส.ทิวากร ตั้งสมมติฐานว่า ใช้ทุนทางธรรมชาติปฏิบัติการโครงงานวิทยาศาสตร์ผสมด้วยความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างงานอาชีพได้ เมื่อทำโครงงานปรากฏว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ท่านจะแนะนำทิวากรอย่างไร
    ก. ให้ศึกษาเอกสารเพิ่มเติม
    ข. ให้ทดลองซ้ำจนได้ผลตามสมมติฐาน
    ค. ให้ตั้งสมมติฐานใหม่
    ง. ให้ทดลองซ้ำแล้วสรุปไปตามข้อมูลที่ได้
12. ความถูกต้องของการวัดขึ้นอยู่กับข้อใด
    ก. ความละเอียดของเครื่องวัด
    ข. มาตรฐานของเครื่องวัด
    ค. คุณภาพของเครื่องวัด
    ง. อายุการใช้งานของเครื่องวัด
13. คุณภาพของเครื่องวัดสิ่งใดสำคัญที่สุด
    ก. ความเที่ยงตรง
    ข. ความเร็ว (ไว)
    ค. ความแม่นยำ
    ง. พิสัยการวัด
14. ต้องการวัดความยาวดินสอควรใช้เครื่องมือใด
    ก. สายวัด
    ข. ไม้บรรทัด
    ค. เวอร์เนีย
    ง. ไมโครมิเตอร์

15. การแปลความหมายข้อมูลจากการวัดทำได้ด้วยวิธีใด

ก. เขียนรูปกราฟ

ข. เสนอในรูปแผนภูมิ

ค. บันทึกขอมูกเป็นตาราง

ง. ถูกทุกข้อ

16. รูปแบบการนำเสนอข้อมูลพิจารณาจากสิ่งใด

ก. ความยากง่าย

ข. ความแปลกใหม่ของข้อมูล

ค. ลักษณะข้อมูล

ง. กลุ่มผู้ใช้ข้อมูล

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

1) เสื้อผ้าสีเข้มเหมาะสำหรับคนอ้วน

2) วันนี้อากาศร้อนมากวัดอุณหภูมิได้ 38 องศา

3) นักเรียนเดินทางจากบ้านถึงโรงเรียนใช้เวลา 20 นาที

คำตอบที่ถูกคือ

ก. 1,2 ข. 2,3 ค. 1,3 ง. 1, 2, 3

18. ปริมาณใดต่อไปนี้เป็นปริมาณฐานทั้งหมดกำลัง มวล ความยาว

ก. มวล เวลา ความยาว

ข. แรง งาน กระแสไฟฟ้า

ค. เวลา ความดัน ปริมาณสาร

19. ข้อใดมิใช่หน่วยฐานทั้งหมด

ก. ปริมาณสาร อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า

ข. แรง มวล ความยาว

ค. เวลา ความยาว กระแสไฟฟ้า

ง. มวล เวลา ความเข้มของการส่องสว่าง

20. ในโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกประเภทจะเกี่ยวข้องกับหน่วยฐานอย่างน้อยกี่ปริมาณเสมอ
    ก. 2 ปริมาณ
    ข. 3 ปริมาณ
    ค. 5 ปริมาณ
    ง. 7 ปริมาณ
21. ปริมาณมูลฐานมีกี่ปริมาณ
    ก. 4
    ข. 5
    ค. 6
    ง. 7
22. การเขียนรายงานผลโครงงานวิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบจำนวนกี่บท
    ก. 3
    ข. 4
    ค. 5
    ง. 6
23. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญ ที่ต้องจัดให้มีในการแสดงผลงานจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
    ก. การแสดงผลที่ได้จากการทดลอง
    ข. ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อผู้เป็นที่ปรึกษา
    ค. วิธีการดำเนินการโครงงาน
    ง. ทุกข้อที่กล่าวมา
24. การประเมินผลโครงงานในเรื่องของความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำโดยคำนึงถึงสิ่งใดประกอบด้วย
    ก. ค้นหาเอกสารและใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้อง
    ข. มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ และได้รับความรู้เพิ่มเติม
    ค. ระดับชั้นที่ศึกษาและอายุของนักเรียน
    ง. ต้องพิจารณาทั้งข้อ ก, ข และ ค

25. การประเมินด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ควรเป็นไปดังข้อใด
    ก. เป็นความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงงาน
    ข. เป็นความแปลกใหม่ในระดับครูผู้สอน
    ค. เป็นความแปลกใหม่ในระดับกรรมการโรงเรียน
    ง. เป็นความแปลกใหม่ในระดับผู้ทรงคุณวุฒิ
26. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการทำโครงงานสำรวจพรรณไม้ในโรงเรียนเมือง นครศรีธรรมราช คือข้อใด
    ก. นักเรียนได้ทบทวนความรู้ระดับมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งเรื่องพืช
    ข. นักรเยนได้นำความรู้ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้มาใช้จริง
    ค. นักเรียนได้มีพื้นฐานที่จะต่อยอดในการทำโครงงานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม
    ง. นักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมสามารถบูรณาการใช้จริงและจะได้เป็นพื้นฐานเรื่อง พันธุ์ไม้ใกล้ตัวในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม
27. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการทำโครงงานหัตถกรรมจากใบไม้ ดอกไม้ คือข้อใด
    ก. รักษาสมดุลด้านสิ่งแวดล้อม
    ข. คิดใช้วัสดุในธรรมชาติ
    ค. ช่วยประหยัดพลังงานระดับโรงงาน
    ง. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค
28. ถ้านักเรียนจะวัดความยาวของสนามหญ้าเครื่องมือชนิดใดที่เหมาะสมที่สุดในการวัดความยาวและความกว้างของสนามหญ้า
    ก. ตลับเมตร
    ข. สายวัด
    ค. ไม้เมตร
    ง. ไม้โปรแทรกเตอร์

29. ชายคนหนึ่งขับรถจากกระบี่ไปยังพังงาบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ไว้ดังต่อไปนี้

ความเร็ว (ก.ม.)	55	60	65	70
เวลาที่ใช้ (ช.ม.)	1.00	1.30	2.00	1.50

จากสถานการณ์ข้างต้น ตัวแปรตามคืออะไร

ก. เวลา

ข. ความเร็ว

ค. ระยะทาง

ง. ความเร่งกับเวลา

30. ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การเขียนเค้าโครงย่อ
2. การศึกษาเก็บข้อมูล
3. การทำการทดลองเบื้องต้น
4. การเขียนเค้าโครงจริง
5. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
6. การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
7. การนำเสนอผลงาน

ข้อใดเรียงลำดับได้ถูกต้อง

ก. 3, 2, 1, 4, 6, 5, 7

ข. 1, 3, 4, 2, 6, 5, 7

ค. 5, 1, 3, 4, 2, 6, 7

ง. 3, 2, 1, 6, 5, 4, 7

ตัวอย่างแผนการสอนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ด้วยชุดกิจกรรม โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง
โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช

แผนการสอน เรื่องความหมาย ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ เวลา 3 คาบ
และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ความคิดรวบยอด

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน โดยใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โครงงานวิทยาศาสตร์มีหลากหลายประเภทแปรไปตามวัตถุประสงค์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายและประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้
2. อธิบายลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหา

โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์มี 4 ประเภท คือ โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์และโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททฤษฎี แต่ละประเภทมีวัตถุประสงค์เฉพาะที่แตกต่างกัน

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้ คือ การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน การลงมือทำโครงงาน การเขียนรายงาน และการแสดงผลงาน ผู้คิดทำโครงงานวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1.1 ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ และฝึกการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์ โดยร่วมกันอภิปรายถึงผลงานวิจัยหรือการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์สำคัญๆ ในอดีตที่ผ่านมา อาทิเช่น เอดิสัน ที่ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้า และสองพี่น้องตระกูลไรท์ที่สร้างเครื่องบิน ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ หรือครูกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจโดยใช้ภาพนักเรียนสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ

1.2 ให้นักเรียนช่วยกันบอกประโยชน์ของงานวิจัย และการคิดค้นประดิษฐ์สิ่งอำนวยความสะดวกที่มนุษย์เรานำมาใช้ประโยชน์กันอยู่ทุกวันนี้ว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และน่าสนใจมาก ซึ่งนักเรียนเองก็สามารถคิดประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ได้ ถ้านักเรียนมีความรู้ และเข้าใจความหมายของงานวิจัยแบบง่ายๆ ได้ ซึ่งในที่นี้ก็คือ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบของปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และชี้ให้เห็นว่ามีความสำคัญ

2. ขั้นการสอน (2 ชั่วโมง)

2.1 ให้นักเรียนจัดกลุ่มตามความสนใจ กลุ่มละ 3 จำนวน 10 กลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้อ่านและร่วมกันเรียนรู้ในหัวข้อเรื่อง ความหมาย ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยให้ศึกษาตามเวลาที่กำหนดไว้ในรายการเอกสาร

2.2 ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคนตอบคำถาม ตามประเด็นคำถามในใบงานโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม เพื่อทำหน้าที่ดำเนินการมอบหมายให้สมาชิกภายในกลุ่มได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นของแต่ละคน โดยประธานเป็นผู้นำประเด็นคำถามในใบงานมาถามสมาชิกทุกคน

2.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้รับจากใบความรู้เกี่ยวกับเรื่องความหมาย ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3. ขั้นสรุปและประเมิน (30 นาที)

3.1 นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ เรื่องความหมาย ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2 ครูสรุปเพิ่มเติมจากที่นักเรียนได้ร่วมกันสรุปให้สมบูรณ์

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้เรื่อง ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ และลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ และใบงาน

2. รูปเล่มรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผล

1. การสังเกต

- การร่วมกันอภิปรายของนักเรียน
- การตอบคำถามของนักเรียน

2. การตรวจผลงาน

- ตรวจใบงานเรื่อง ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
- ตรวจใบงานเรื่อง ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
- ตรวจใบงานเรื่อง ลำดับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และวิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ

แผนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการสอน เรื่อง การระดมพลังสมองตามขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์ เวลา 2 คาบ

ความคิดรวบยอด

การระดมพลังสมองตามขั้นตอนการคิดสร้างสรรค์เป็นวิธีการร่วมกันระดมความคิด เพื่อร่วมกันคิดริเริ่มนำเอาปริมาณมูลฐานกำหนดเป็นชื่อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถระดมพลังสมองตามขั้นตอนการคิดริเริ่มได้

เนื้อหา

การระดมสมอง คือ การระดมความคิดซึ่งมีทั้งระดมความคิดแบบรายบุคคลและระดมความคดแบบกลุ่ม เพื่อร่วมกันทำการศึกษาหรือแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในเรื่องที่ศึกษาค้นคว้า วิธีการระดมพลังสมองมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ผู้ร่วมระดมความคิดนั่งล้อมวง
2. เลือกประธานกลุ่ม เพื่อเป็นผู้เสนอประเด็นปัญหา ให้สมาชิกร่วมกันคิด
3. เลือกเลขานุการกลุ่ม เพื่อเป็นผู้จดบันทึกความคิดทุกความคิดของสมาชิกทุกคน
4. ผู้ร่วมระดมความคิดได้รับการกระตุ้นให้คิดโดยอิสระ และเสนอความคิดให้มากที่สุด โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเหมาะสมหรือถูกต้องหรือไม่
5. เลขานุการกลุ่มจดบันทึกความคิดทุกความคิดของสมาชิกทุกคนไว้ ความคิดเหล่านั้นอาจกระตุ้นให้มีการเสนอความคิดสืบเนื่องต่อไปได้อีกเป็นอย่างดี
6. เมื่อหมดเวลาตามที่กำหนด ให้ยุติการเสนอความคิด จากนั้นให้ผู้ร่วมกลุ่มช่วยกันจัดความคิดเข้าเป็นหมวดหมู่
7. ผู้ร่วมระดมความคิดช่วยกันกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลความคิด
8. ผู้ร่วมระดมความคิดช่วยกันประเมินความคิด เพื่อเลือกเฟ้น และประมวลความคิดที่สามารถนำไปใช้เป็นชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

เทคนิคการระดมสมองมีการดำเนินการดังนี้

1. การประวิงการตัดสินถูกผิดหรือไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนและของคนอื่น

2. พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป

3. พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด

4. พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่การระดมพลังสมอง คือ การระดมความคิดเพื่อทำการศึกษาเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1.1 นักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนคาบที่แล้วถึงขั้นตอนการคิด จากนั้นครูกล่าวว่าการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้นคือการวิเคราะห์เรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าโดยการระดมพลังสมองเพื่อร่วมกันระดมความคิดหรือแสดงความคิดเห็นต่างๆ ในการวิเคราะห์ออกมาอย่างอิสระ และเป็นไปตามลำดับขั้นตอนสำคัญของการวิเคราะห์

1.2 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เห็นถึงความสำคัญของการระดมพลังสมองว่าเป็นวิธีของกระบวนการกลุ่มที่ร่วมกันระดมความคิดเพื่อทำการศึกษาในเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้า

1.3 นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จำนวน 10 กลุ่ม จากนั้นครูแนะนำกระบวนการ ในกิจกรรมการระดมพลังสมองว่าเป็นการฝึกระดมความคิดในการวิเคราะห์ตามขั้นตอนสำคัญของการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นการสอน (30 นาที)

2.1 ครูนำเอาดอกกล้วยไม้หนึ่งดอกให้นักเรียนศึกษา จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันศึกษาเพื่อทำการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้ดอกนี้ ตามขั้นตอนของการวิเคราะห์

2.2 ครูกล่าวนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันคิดเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงออกแบบดอกกล้วยไม้ดอกนี้ให้แปลกออกไป เพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆ อีกที่แปลกๆ ใหม่ๆ โดยครูกล่าวถามนักเรียนดังนี้

- สมมติดอกกล้วยไม้สวยงามอยู่เช่นนี้
- ดอกกล้วยไม้เป็นพลาสติก แผ่นเงิน แผ่นทอง นักเรียนจะใช้ทำอะไร

2.3 ให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้ขั้นตอนของการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

2.3.1 ให้นักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 6 กลุ่ม

2.3.2 ให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม เพื่อทำหน้าที่ดำเนินการประชุมเป็นผู้เสนอประเด็นขั้นตอนการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันคิด

2.3.3 เลือกเลขานุการกลุ่ม ให้มีหน้าที่เป็นผู้จดบันทึกความคิดของสมาชิกทุกคนในกลุ่มลงในตารางบันทึกความคิดของสมาชิกทุกคนที่ครูแจก

2.3.4 ให้นักเรียนทุกคนได้คิดโดยอิสระ และให้นักเรียนเสนอความคิดเห็นในการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้ให้มากที่สุด โดยครูกล่าวเน้นว่าจะไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเหมาะสมหรือถูกต้องหรือไม่

2.3.5 เลขานุการกลุ่มทำการบันทึกความคิดของทุกคนไว้ลงในตารางบันทึกความคิดของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม ซึ่งความคิดเหล่านั้นอาจกระตุ้นให้มีการเสนอความคิดสืบเนื่องต่อไปได้อีก

2.3.6 ครูทำการบอกสัญญาณเมื่อหมดเวลาที่กำหนดไว้ให้ยุติการเสนอความคิด จากนั้นให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันรวบรวมความคิดเข้าเป็นหมวดหมู่

2.3.7 ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผลของความคิดที่ได้ทั้งหมด

2.3.8 ให้สมาชิกภายในกลุ่มแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินผลของความคิดทั้งหมดที่ได้จากการช่วยกันระดมความคิดตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้น เพื่อเลือกเฟ้น และประมวลความคิดต่างๆ ที่ทำการคิดเพื่อการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงดอกกล้วยไม้ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆ ต่อไป

2.4 ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม ครูให้ความช่วยเหลือและกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนไม่เรียนรู้การรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นโดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ และกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนพยายามแสดงความคิด ข้อเสนอแนะให้ได้มากที่สุด โดยต้องมีการบันทึกข้อคิดเห็นทุกข้อไว้ด้วย โดยกล่าวเน้นว่าผู้นำกลุ่มหรือประธานกลุ่มต้องรับผิดชอบให้ความสะดวกทุกอย่างในการดำเนินของกลุ่ม คือต้องคอยสนับสนุนให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันออกความคิดเห็น ขณะเดียวกันก็ต้องระวังไม่แสดงออกถึงการเห็นหรือไม่เห็นด้วยกับความคิดใดๆ

2.5 ครูควรสร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย มีการให้กำลังใจซึ่งกันและกัน เป็นกันเองไม่มีบรรยากาศของการแข่งขัน ไม่มีผู้แพ้ผู้ชนะ ไม่มีคนคิดผิด มีแต่การร่วมมือกัน โดยทุกคนมีอิสระในการแสดงออกของความคิด

2.6 ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายภายในกลุ่มหน้าชั้นเรียนตามขั้นตอนการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้

3. ขั้นสรุปและประเมิน (10 นาที)

3.1 ครูสอบถามนักเรียนว่า นักเรียนแต่ละคนได้ร่วมกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้ตามขั้นตอนการการคิดแบบสร้างสรรค์หรือไม่ เพียงใด

3.2 นักเรียนร่วมกันสรุปผลของการระดมความคิดในการวิเคราะห์ดอกกล้วยไม้ตามขั้นตอนการคิดแบบสร้างสรรค์ที่นักเรียนได้ทำการศึกษาพร้อมทั้งให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอแนวคิดใหม่ๆ ที่จะขยายหรือปรับปรุงหรือออกแบบดอกกล้วยไม้ให้ดี และมีประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆ อีกต่อไป

สื่อการเรียนการสอน

1. ดอกกล้วยไม้ 10 ดอก
2. ตารางบันทึกคำตอบของสมาชิกในกลุ่ม

การวัดและประเมินผล

1. การสังเกต

- การร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรม

2. การตรวจผลงาน

- การตรวจคำตอบจากตารางบันทึกคำตอบของสมาชิกของแต่ละกลุ่ม

แบบทดสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงงานกับการวัด

1. ข้อใดหมายถึงสมัยของพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   ก. สมัยดึกดำบรรพ์
   ข. สมัยประวัติศาสตร์
   ค. สมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมและปัจจุบัน
   ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ได้มาจากการกระทำในข้อใด
   ก. การสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ
   ข. การทดลองในห้องปฏิบัติการ
   ค. การสร้างแบบจำลองทางความคิด
   ง. ถูกทุกข้อ

3.วิทยาศาสตร์มีความหมายตรงกับข้อใด
   ก. ความหมายของมนุษย์ที่จะอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ
   ข. การสำรวจและการแปรความหมายของเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ
   ค. ความรู้ที่จัดไว้อย่างมีระบบ โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์
   ง. ความรู้ที่เป็นระบบ ซึ่งได้มาจากการสังเกต การศึกษา และการทดลอง เพื่อให้รู้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษา

4. กระบวนการแสดงความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงข้อใด
   ก. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
   ข. ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
   ค. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
   ง. ทั้ง ข้อ ก ข และ ค

5. ข้อใดไม่เป็นลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
   ก. ตระหนักในความไม่แน่นอนของสรรพสิ่ง
   ข. ยึดถือความคิดที่สืบทอดกันมาเพียงอย่างเดียว
   ค. เชื่อว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายด้วยเหตุผลได้เสมอ
   ง. เชื่อว่าเหตุการณ์สองอย่างที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ต่อกันเสมอไป

6. ข้อใดเป็นความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

ก. เป็นกิจกรรมที่ครูและนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สงสัย อาจจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้าด้วย

ข. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าตั้งแต่เริ่มจนจบ ภายใต้การให้คำปรึกษาของครู ตามความสามารถและสนใจของนักเรียน

ค. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สงสัย โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูและผู้ทรงคุณวุฒิช่วยเหลือแนะนำ เพื่อให้ได้ผลตามสมมติฐาน

ง. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนร่วมกันศึกษาค้นคว้า เมื่อครูเห็นว่าเป็นเรื่องที่สนใจและนักเรียนมีความรู้ความสามารถเป็นพิเศษ

7. เมื่อ ด.ช.เหนือภพ เลือกหัวข้อเรื่อง การศึกษาปริมาณมูลฐานที่สัมพันธ์ในการสร้างจรวดขวดน้ำ ประเภทยิงไกล อะไรเป็นตัวแปรต้นของโครงงานนี้

ก. มวลของจรวดขวดน้ำ

ข. ระยะทางที่จรวดขวดน้ำเคลื่อนที่ได้

ค. เวลาในการเคลื่อนของจรวดขวดน้ำ

ง. อุณหภูมิของอากาศภายนอกและภายในของจรวดขวดน้ำ

8. ข้อใดเป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงงาน

ก. คิดและเลือกหัวข้อ

ข. การศึกษาเอกสาร

ค. ปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ

ง. วางแผนการทำโครงงาน

9. นายทศพล ทำโครงงาน ขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับ จึงได้ไปขอคำปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับเรื่อง การปลูกต้นไม้ ท่านคิดว่าอยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงงาน

ก. คิดและเลือกหัวข้อ

ข. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ค. การจัดทำโครงย่อของโครงงาน

ง. การลงมือทำโครงงาน

10. การจัดทำแผนปฏิบัติงาน อยู่ในขั้นตอนใดของการทำโครงงาน

ก. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ข. การเขียนรายงาน

ค. การจัดทำเค้าโครงย่อของโครงการ

ง. การลงมือทำโครงงาน

11. น.ส.ทิวากร ตั้งสมมติฐานว่า ใช้ทุนทางธรรมชาติปฏิบัติการโครงงานวิทยาศาสตร์ผสมด้วยความคิดสร้างสรรค์สามารถสร้างงานอาชีพได้ เมื่อทำโครงงานปรากฏว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน ท่านจะแนะนำทิวากรอย่างไร

ก. ให้ศึกษาเอกสารเพิ่มเติม

ข. ให้ทดลองซ้ำจนได้ผลตามสมมติฐาน

ค. ให้ตั้งสมมติฐานใหม่

ง. ให้ทดลองซ้ำแล้วสรุปไปตามข้อมูลที่ได้

12. ความถูกต้องของการวัดขึ้นอยู่กับข้อใด

ก. ความละเอียดของเครื่องวัด

ข. มาตรฐานของเครื่องวัด

ค. คุณภาพของเครื่องวัด

ง. อายุการใช้งานของเครื่องวัด

13. คุณภาพของเครื่องวัดสิ่งใดสำคัญที่สุด

ก. ความเที่ยงตรง

ข. ความเร็ว (ไว)

ค. ความแม่นยำ

ง. พิสัยการวัด

14. ต้องการวัดความยาวดินสอควรใช้เครื่องมือใด

ก. สายวัด

ข. ไม้บรรทัด

ค. เวอร์เนีย

ง. ไมโครมิเตอร์

15. การแปลความหมายข้อมูลจากการวัดทำได้ด้วยวิธีใด

ก. เขียนรูปกราฟ
ข. เสนอในรูปแผนภูมิ
ค. บันทึกขอมูกเป็นตาราง
ง. ถูกทุกข้อ

16. รูปแบบการนำเสนอข้อมูลพิจารณาจากสิ่งใด

ก. ความยากง่าย
ข. ความแปลกใหม่ของข้อมูล
ค. ลักษณะข้อมูล
ง. กลุ่มผู้ใช้ข้อมูล

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

1. เสื้อผ้าสีเข้มเหมาะสำหรับคนอ้วน
2. วันนี้อากาศร้อนมากวัดอุณหภูมิได้ 38 องศา
3. นักเรียนเดินทางจากบ้านถึงโรงเรียนใช้เวลา 20 นาที

คำตอบที่ถูกคือ

ก. 1,2 ข. 2,3 ค. 1,3 ง. 1, 2, 3

18. ปริมาณใดต่อไปนี้เป็นปริมาณฐานทั้งหมดกำลัง มวล ความยาว

ก. มวล เวลา ความยาว
ข. แรง งาน กระแสไฟฟ้า
ค. เวลา ความดัน ปริมาณสาร

19. ข้อใดมิใช่หน่วยฐานทั้งหมด

ก. ปริมาณสาร อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า
ข. แรง มวล ความยาว
ค. เวลา ความยาว กระแสไฟฟ้า
ง. มวล เวลา ความเข้มของการส่องสว่าง

20. ในโครงงานวิทยาศาสตร์ทุกประเภทจะเกี่ยวข้องกับหน่วยฐานอย่างน้อยกี่ปริมาณเสมอ

ก. 2 ปริมาณ

ข. 3 ปริมาณ

ค. 5 ปริมาณ

ง. 7 ปริมาณ

21. ปริมาณมูลฐานมีกี่ปริมาณ

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 7

22. การเขียนรายงานผลโครงงานวิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบจำนวนกี่บท

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

23. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญ ที่ต้องจัดให้มีในการแสดงผลงานจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ก. การแสดงผลที่ได้จากการทดลอง

ข. ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อผู้เป็นที่ปรึกษา

ค. วิธีการดำเนินการโครงงาน

ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

จ.

24. การประเมินผลโครงงานในเรื่องของความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำโดยคำนึงถึงสิ่งใดประกอบด้วย

ก. ค้นหาเอกสารและใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้อง

ข. มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ และได้รับความรู้เพิ่มเติม

ค. ระดับชั้นที่ศึกษาและอายุของนักเรียน

ง. ต้องพิจารณาทั้งข้อ ก, ข และ ค

25. การประเมินด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ควรเป็นไปดังข้อใด

ก. เป็นความแปลกใหม่ในระดับผู้ทำโครงงาน

ข. เป็นความแปลกใหม่ในระดับครูผู้สอน

ค. เป็นความแปลกใหม่ในระดับกรรมการโรงเรียน

ง. เป็นความแปลกใหม่ในระดับผู้ทรงคุณวุฒิ

26. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการทำโครงงานสำรวจพรรณไม้ในโรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช คือข้อใด

ก. นักเรียนได้ทบทวนความรู้ระดับมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งเรื่องพืช

ข. นักรเยนได้นำความรู้ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นไม้มาใช้จริง

ค. นักเรียนได้มีพื้นฐานที่จะต่อยอดในการทำโครงงานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม

ง. นักเรียนได้ความรู้เพิ่มเติมสามารถบูรณาการใช้จริงและจะได้เป็นพื้นฐานเรื่องพันธุ์ไม้ใกล้ตัวในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม

27. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการทำโครงงานหัตถกรรมจากใบไม้ ดอกไม้ คือข้อใด

ก. รักษาสมดุลด้านสิ่งแวดล้อม

ข. คิดใช้วัสดุในธรรมชาติ

ค. ช่วยประหยัดพลังงานระดับโรงงาน

ง. ถูกทั้งข้อ ก, ข และ ค

28. ถ้านักเรียนจะวัดความยาวของสนามหญ้าเครื่องมือชนิดใดที่เหมาะสมที่สุดในการวัดความยาวและความกว้างของสนามหญ้า

ก. ตลับเมตร

ข. สายวัด

ค. ไม้เมตร

ง. ไม้โปรแทรกเตอร์

29. ชายคนหนึ่งขับรถจากกระบี่ไปยังพังงาบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ไว้ดังต่อไปนี้

ความเร็ว (ก.ม.)	55	60	65	70
เวลาที่ใช้ (ช.ม.)	1.00	1.30	2.00	1.50

จากสถานการณ์ข้างต้น ตัวแปรตามคืออะไร

ก. เวลา

ข. ความเร็ว

ค. ระยะทาง

ง. ความเร่งกับเวลา

30. ขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การเขียนเค้าโครงย่อ
2. การศึกษาเก็บข้อมูล
3. การทำการทดลองเบื้องต้น
4. การเขียนเค้าโครงจริง
5. การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
6. การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
7. การนำเสนอผลงาน

ข้อใดเรียงลำดับได้ถูกต้อง

ก. 3, 2, 1, 4, 6, 5, 7

ข. 1, 3, 4, 2, 6, 5, 7

ค. 5, 1, 3, 4, 2, 6, 7

ง. 3, 2, 1, 6, 5, 4, 7

ข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่น แบบอัตนัย

สถานการณ์ ให้นักเรียนปรับปรุงผลิตสิ่งประดิษฐ์

เงื่อนไข ภาพข้างล่างนี้เป็นภาพดอกกล้วยไม้หลายกสี ให้นักเรียนคิดหาวิธีตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มีสีสัน รูปร่างใกล้เคียงของเดิม คงความน่าชม น่ามอง เขียน วิธีคิดตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มากเท่าที่จะคิดได้ โดยไม่ต้องคำนึงว่า การเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้มีราคาแพงขึ้นหรือจะผลิตยากขึ้น คิดเพียงว่าจะต้อง

1. เอามาถึงจะคิดได้ ภายในระยะเวลา 10 นาที ให้ได้วิธีตกแต่ง ให้ไม่ซ้ำแบบเดิม

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....

ข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง แบบอัตนัย

สถานการณ์ ให้นักเรียนปรับปรุงผลิตสิ่งประดิษฐ์

เงื่อนไข ภาพข้างล่างนี้เป็นภาพดอกกล้วยไม้หลายสี ให้นักเรียนคิดหาวิธีตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มีสีสัน รูปร่างใกล้เคียงของเดิม คงความน่าชม น่ามอง เขียน วิธีคิดตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มากเท่าที่จะคิดได้ โดยไม่ต้องคำนึงว่า การเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้มีราคาแพงขึ้นหรือจะผลิตยากขึ้น คิดเพียงว่าจะต้อง

2. ทำอะไรได้บ้าง

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....

ข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่อง แบบอัตนัย

สถานการณ์ ให้นักเรียนปรับปรุงผลิตสิ่งประดิษฐ์

เงื่อนไข ภาพข้างล่างนี้เป็นภาพดอกกล้วยไม้หลายสี ให้นักเรียนคิดหาวิธีตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มีสีสัน รูปร่างใกล้เคียงของเดิม คงความน่าชม น่ามอง เขียน วิธีคิดตกแต่งเปลี่ยนแปลงให้มากเท่าที่จะคิดได้ โดยไม่ต้องคำนึงว่า การเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้มีราคาแพงขึ้นหรือจะผลิตยากขึ้น คิดเพียงว่าจะต้อง

3. จากสถานการณ์นี้ผ่านมา ให้นักเรียนกำหนดชื่อ โครงงานวิทยาศาสตร์ให้เกี่ยวข้องกับปริมาณมูลฐาน อย่างน้อย 1 ปริมาณภายในเวลา 10 นาที

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์
วัน เดือน ปีเกิด	23 มิถุนายน 2506
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	164 หมู่ที่ 3 ตำบลบ้านเกาะ อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูชำนาญการ
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านปลายคลอง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนวัดสระ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรีปากพนัง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช