

รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์
โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือร่วมพลัง

ชมนาด พรหมจิตร

คู่มือฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัย วัตถุประสงค์และสถิติการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณา
คุษฎีนิพนธ์ของ ชมนาด พรหมจิตร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมคุษฎีนิพนธ์


.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สมพงษ์ ปันนุ่น)

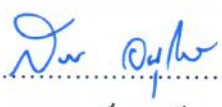

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

คณะกรรมการสอบคุษฎีนิพนธ์


.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม)


.....กรรมการ
(ดร.สมพงษ์ ปันนุ่น)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับคุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัฒนผลและสถิติการศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่... 23 ...เดือน... พฤษภาคม ... พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพรัตน์ วงษ์นาม เป็นอย่างสูง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัยและให้เกียรติมาเป็นประธานสอบในครั้งนี้ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีพร อนุศาสนนันท์ ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์ เพื่อให้คุษฎีนิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขและวิจารณ์ผลงานทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากคณะผู้บริหารและเพื่อนครุวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้คุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณสมาชิกบ้านเอเอฟทุกคนที่ได้ร่วมทุกข์ร่วมสุขกันมาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ญาติมิตรและกัลยาณมิตรทุกคนที่ให้อำลั่งใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของคุษฎีนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิตาแต่ บุปผาริบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่คุษฎีนิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ชมนาด พรหมจิตร

53810149: สาขาวิชา: วิจัย วัตถุประสงค์และสถิติการศึกษา; ปร.ด. (วิจัย วัตถุประสงค์และสถิติการศึกษา)

คำสำคัญ: รูปแบบการสอน โครงการงานวิทยาศาสตร์/ คุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์

ชมนาด พรหมมิจิตร: รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (INSTRUCTIONAL MODEL FOR IMPROVING QUALITY OF SCIENTIFIC PROJECT WORK THROUGH COLLABORATIVE ACTION RESEARCH) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมพงษ์ ปันนุณ, ค.ค., สมโภชน์ อเนกสุข, กศ.ด. 288 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงาน วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2) เพื่อพัฒนาโมเดล ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 3) เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 1) นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต และวิชาวิทยาศาสตร์ตามสาขาวิชาที่เรียน สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน 2) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน 3) ผู้ปกครองนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองและประยุกต์ใช้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.725-0.851 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน วิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของ สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ตัวแปรบทบาทของผู้ปกครอง ตัวแปร บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้พบว่า ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตัวแปรบทบาท ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ และตัวแปรคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ทุกตัวแปร โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ผลการตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ
 โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากับข้อมูล
 เชิงประจักษ์พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์
 มีค่าเท่ากับ 1482.37; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 744 ค่า $\chi^2/df = 1.992$ ค่า CFI
 มีค่าเท่ากับ .98 ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า AGFI มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ย
 ของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
 การอาชีวศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.520 แสดงว่า ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของ
 ตัวแปรคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
 ได้ร้อยละ 52.00

3. ผลการพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อ
 คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขึ้นแสวงหาความร่วมมือ
 2) ขึ้นวิเคราะห์สภาพปัญหาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3) ขึ้นกำหนดแผนงาน 4) ขึ้นปฏิบัติ
 ตามแผน 5) ขึ้นกำกับ ติดตาม ดูแลการปฏิบัติ 6) ขึ้นสำรวจข้อบกพร่องจากการปฏิบัติที่ผ่านมา
 7) ขึ้นทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ ผลการใช้รูปแบบ พบว่า คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ทุกโครงการ
 ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านเนื้อหาโครงการงาน
 ด้านกระบวนการทำงาน ด้านการนำเสนอผลงาน

53810149: MAJOR: EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS;
Ph.D. (EDUCATIONAL RESEARCH, MEASUREMENT AND STATISTICS)

KEYWORDS: INSTRUCTIONAL MODEL FOR SCIENTIFIC PROJECT/ QUALITY OF
SCIENTIFIC PROJECT

CHOMMANAT PHROMMICHJT: INSTRUCTIONAL MODEL FOR IMPROVING
QUALITY OF SCIENTIFIC PROJECT WORK THROUGH COLLABORATIVE ACTION
RESEARCH. ADVISORY COMMITTEE: SOMPONG PANHOON, Ph.D., SOMPOCH
ANEGASUKHA, Ed.D. 288 P. 2018.

The purposes of this study were as follows: 1) to analyze factor affecting to quality of scientific projects in Vocational Education Institutions, 2) to develop the causal relationship highlighting factors affecting the quality of science projects in Vocational Education Institution, and 3) to develop an instructional model from the causal relationship of factors affecting the quality of science projects. Research samples included 1) 829 third year students who used to study some science subjects to improve their life skills in Vocational Education Institution, 2) 26 teachers of science, 3) Parents of 3rd year vocational certificate students under the Office of the Vocational Education Commission. The 829 students were selected by Multi-Stage Random Sampling. The data collection instruments was a questionnaire which was developed by the researcher. The reliability was between 0.725-0.851. To analyse the data, there were basic statistical analysis, analyzing confirmation elements and the causal relationship of factors affecting the quality of science projects of institute in Vocational Education Institutions.

The results of these analyses showed that

1. The analysis of the causal relationship of factors affecting the quality of science projects in Vocational Education Institutions revealed that Parent role variable, Atmospheric variables that promote learning, Scientific process skills variable, Scientific process skills variable, Science achievement, Award science achievement variable, Psychological variables, Psychological variables, Motivation variation, Teacher role in science project advisors variables and quality of scientific project variables were consistent with empirical data.

2. To verify the causal relationship of the factors affecting the quality of science projects for institute in Vocational Education Institutions with the empirical data, this study

reports that the model was consistent with empirical data which was considered by the chi-squared equation was 1482.37; p is .000 at an independent degree of 744. = 1.992. The CFI value was .98. The GFI value was .92. The AGFI value was .91 and the root index of the mean RMSEA was 0.035. The predictive coefficient of the dependent variable is the quality of the science project in vocational institutes under the Office of the Vocational Education Commission, equaled to 0.520. It indicated that variables in the model could describe variance of the variable quality science projects of the schools under the Office of Vocational Education Commission, for 52.00 percent.

3. To develop the instructional model from the causal relationship of the factors affecting the quality of science projects, this study reveals 7 steps as; 1) Steps to seek cooperation, 2) Steps to analyze the quality of science projects, 3) Steps to plan, 4) Steps to follow the plan, 5) Steps to follow up, 6) Steps to explore deficiencies from past practice, 7) Review the new aim.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ต
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	11
นิยามศัพท์เฉพาะ	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน	15
ตอนที่ 2 แนวคิดการจัดการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์	27
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการ	48
ตอนที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์.....	69
ตอนที่ 5 การวิเคราะห์สมการ โครงสร้าง	116
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	123
การวิจัยระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	123
การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	135

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	151
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัย ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาสาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา	154
ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ในโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาสาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	159
ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาสาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	168
ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาสาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	180
ตอนที่ 5 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาสาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง	192
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	242
สรุปผลการวิจัย.....	243
อภิปรายผล	246
ข้อเสนอแนะ.....	251
บรรณานุกรม	254
ภาคผนวก	263
ภาคผนวก ก	264
ภาคผนวก ข	266
ภาคผนวก ค	268
ประวัติย่อของผู้วิจัย	288

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	กิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ สมรรถภาพที่ประเมินได้.....	34
2-2	การดำเนินงาน สมรรถภาพที่ประเมินได้	35
2-3	สิ่งที่ต้องประเมิน เกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม	39
2-4	สิ่งที่ต้องประเมิน เกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์ เกณฑ์ประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย.....	42
2-5	เกณฑ์การประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	47
2-6	ตัวแปรบทบาทผู้ปกครองที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์.....	74
2-7	ตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	79
2-8	ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์.....	83
2-9	ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์.....	92
3-1	จำนวนสถาบันการอาชีวศึกษาในภาคต่าง ๆ จำนวน 19 สถาบันอาชีวศึกษา	125
3-2	จำนวนสถาบันการอาชีวศึกษา และวิทยาลัยในภาคต่าง ๆ	126
3-3	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มสถาบัน และวิทยาลัย นักเรียน ครู ผู้ปกครอง ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	127
3-4	กรอบดำเนินการวิจัยระยะที่ 1: การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	134
3-5	แนวคิดทฤษฎี สาระสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน	136
3-6	เป้าหมาย กระบวนการเรียนการสอนและวิธีการปฏิบัติการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	139
3-7	เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	146
3-8	กรอบดำเนินการวิจัยระยะที่ 2: การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการ วิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง	150
4-1	คำร้อยละข้อมูลทั่วไปของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ปกครอง.....	154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ และค่าความ โคง ของตัวแปร สังเกตได้.....	155
4-3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ใน โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุ ที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	161
4-4 ค่า KMO และ Bartlett's test ของตัวแปรสังเกตได้ใน โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผล ต่อ คุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา.....	167
4-5 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทของผู้ปกครอง	168
4-6 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้....	169
4-7 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์.....	171
4-8 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	173
4-9 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านจิตวิทยาศาสตร์	174
4-10 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์.....	176
4-11 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการ วิทยาศาสตร์	177
4-12 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	178
4-13 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.....	180
4-14 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของ โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา.....	183
4-15 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (โมเดลประหยัด).....	186

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-16 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา โมเดลประหยัด	189
4-17 อิทธิพล (+หรือ-) ระหว่าง โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	192
4-18 ข้อค้นพบในการวิจัยระยะที่ 1 กระบวนการวิจัยร่วมมือรวมพลัง ข้อมูลเชิงคุณภาพ และกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	194
4-19 คุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้ร่วมวิจัย	204
4-20 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน	205
4-21 ปัญหาและกำหนดทางเลือกในกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	211
4-22 กิจกรรมขั้นตอนที่ 3 ขึ้นกำหนดแผนงาน	212
4-23 คะแนนก่อนเข้ารับการอบรมและหลังการอบรมของครูผู้ร่วมวิจัย	216
4-24 ชื่องานวิจัยที่ผู้ร่วมวิจัยได้ฝึกเขียน โครงร่างการวิจัยและนำเสนอโครงร่างการวิจัย.....	217
4-25 กิจกรรมและการดำเนินงานในขั้นปฏิบัติกิจกรรม	220
4-26 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์	222
4-27 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2	225
4-28 คะแนนการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์	229
ภาคผนวก ค-1 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์	269
ภาคผนวก ค-2 ผลคุณภาพด้านความเที่ยงทั้งฉบับของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์	273
ภาคผนวก ค-3 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	275
ภาคผนวก ค-4 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง ทั้งฉบับของแบบสอบถามคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์.....	277
ภาคผนวก ค-5 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามบทบาทครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์.....	278

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ภาคผนวก ก-6	ผลคุณภาพด้านความเที่ยง ทั้งฉบับของแบบสอบถามบทบาทครูที่ปรึกษา ...	280
ภาคผนวก ก-7	ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบถามบรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้.....	281
ภาคผนวก ก-8	ผลคุณภาพด้านความเที่ยง ทั้งฉบับของแบบสอบถามบทบาทครูที่ปรึกษา ...	282
ภาคผนวก ก-9	ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา บทบาทของผู้ปกครอง.....	283
ภาคผนวก ก-10	ผลคุณภาพด้านความเที่ยง ทั้งฉบับของแบบสอบถามบทบาทผู้ปกครอง.....	284
ภาคผนวก ก-11	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	285

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1	ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์..... 8
1-2	กรอบแนวคิดรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง 9
2-1	กระบวนการวิจัยของ Lewin..... 57
2-2	กระบวนการวิจัยของ Elliot 59
2-3	กระบวนการวิจัยของ Ebbutt 62
3-1	ร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง 142
4-1	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทของผู้ปกครอง 169
4-2	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ 170
4-3	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 172
4-4	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ 173
4-5	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านจิตวิทยาศาสตร์ 175
4-6	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์..... 176
4-7	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์..... 177
4-8	โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ 179
4-9	โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา..... 184
4-10	โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โมเดลประหยัด 190
4-11	โครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเสนอหัวข้อ 202
4-12	กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์..... 209
4-13	ศึกษาดูงาน โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่..... 213
4-14	ศึกษาดูงาน ณ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง..... 215
4-15	โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย
4-16	โครงการร่างฉบับย่อของครูผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย..... 218

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-17 เกียรติบัตรเครื่องอบลดความชื้นในข้าวแบบถังหมุน ระบบลมร้อนหมุนเวียน ได้รับรางวัลการเขียนข้อเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษา ประจำปี พ.ศ. 2560 ภาคเหนือ	219
4-18 การนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์	224
4-19 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ	230
4-20 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ	231
4-21 โครงการศึกษาการย่อยสลายโพลีสไตรีน โฟมด้วยहनอนนักษ์	231
4-22 โครงการการออกแบบและสร้างชุดให้น้ำจิ้งหรีด	232
4-23 โครงการชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน	232
4-24 โครงการศึกษาการใช้โปรตีนเสริมในขนมปังโฮลวีท	233
4-25 ตัวอย่างบันทึกอนุทินของนักเรียน	235
4-26 รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย ปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง	241

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษามีความสำคัญมากต่อการพัฒนาบุคลากร รวมไปถึงเป็นพื้นฐานของการพัฒนาส่วนอื่น ๆ เพราะไม่ว่าจะทำการพัฒนาส่วนใดต้องเริ่มมาจากการพัฒนาคนก่อน สิ่งหนึ่งที่สามารถพัฒนาคนได้ คือ การให้การศึกษา การพัฒนาประเทศต้องพัฒนาควบคู่ไปกับการพัฒนาคน โดยต้องคำนึงถึงการศึกษาเป็นสำคัญ อุดมการณ์สำคัญของการจัดการศึกษา คือ การจัดให้มีการศึกษาตลอดชีวิตและสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ การศึกษาที่สร้างคุณภาพชีวิตและสังคมบูรณาการอย่างสมดุลระหว่างปัญญาธรรม คุณธรรม และวัฒนธรรม เป็นการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อคนไทยทั้งปวง มุ่งสร้างพื้นฐานที่ดีในวัยเด็ก ปลูกฝังความเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมตั้งแต่วัยการศึกษาขั้นพื้นฐาน และพัฒนาความรู้ความสามารถเพื่อการทำงานที่มีคุณภาพ โดยให้สังคมทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาได้ตรงตามความต้องการของผู้เรียน และสามารถตรวจสอบได้อย่างมั่นใจว่า การศึกษาเป็นกระบวนการของการพัฒนาชีวิตและสังคม เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน สามารถพึ่งตนเองและพึ่งกันเองได้ และสามารถแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548)

โดยพระราชบัญญัติการศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 แนวการจัดการศึกษา จัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนเป็นสำคัญและการบริหาร โดยใช้สถานศึกษาเป็นฐาน เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนด สถานศึกษาต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเห็นแบบอย่างที่ดี ได้ฝึกการคิด ได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงที่หลากหลายตรงตามความต้องการ และมีความสุขในการเรียนรู้ ครู คณาจารย์รู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เตรียมการสอน และใช้สื่อที่ผสมผสานความรู้สากลกับภูมิปัญญาไทย จัดบรรยากาศเอื้อต่อการเรียนรู้ จัดหาและพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย และพัฒนาความคิดของผู้เรียนอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548) และมาตรฐานที่ 3 แนวทางสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้/สังคมแห่งความรู้ การสร้างวิถีการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้ให้เข้มแข็ง ซึ่งการเรียนรู้ ความรู้ นวัตกรรม สื่อ และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาสู่สังคมแห่งความรู้ การส่งเสริมกลไกเพื่อให้คนไทยทุกคนมี โอกาสและทางเลือกที่จะเข้าถึงปัจจัยและเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ด้วยรูปแบบและวิธีการที่หลากหลาย โดยการได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนของสังคมจะนำมาซึ่งการพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และขีดความสามารถของคนไทยในการพัฒนาประเทศ รวมทั้งการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548)

ประเวศ วะสี (2555) ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับการเรียนการสอนของไทยในสถาบันการศึกษาทุกระดับตั้งแต่อนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัยว่าเป็นการศึกษาที่สร้างความอ่อนแอทางสติปัญญาและทำลายศักยภาพในการเรียนรู้ เนื่องจากเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาในห้องเรียนและท่องจำจากตำราเป็นใหญ่ ผู้เรียนขาดประสบการณ์และการศึกษาจากความเป็นจริงรอบตัว ขาดการคิดวิจารณ์ ขาดการนำประสบการณ์หรือข้อมูลมาสังเคราะห์ให้เป็นปัญญาที่สูงขึ้น ประเวศ วะสี ได้เสนอว่า การศึกษาที่ดีควรสร้างคนให้ฉลาด เป็นคนดีและมีความสุข กระบวนการเรียนรู้ควรเน้นที่การช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิธีเรียนและสามารถเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับลีปบนท์ เกตุทัต (2555) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอน จำเป็นต้องช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความคิดเป็นคิดชอบ และเรียนรู้วิธีปรับตัวเอง ซึ่งสอดคล้องกับรุ่ง แก้วแดง (2555) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอน จึงควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพหรือพหุปัญญาของเขาอย่างเต็มที่ การปฏิบัติต่อผู้เรียนควรเป็นไปอย่างให้เกียรติในความเป็นมนุษย์ของเขา ยอมรับในสิทธิของผู้เรียน คำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของเขา การเรียนรู้ควรต้องเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักเชื่อมโยงความคิด รู้จักใช้และพัฒนาภูมิปัญญาไทย ปรับค่านิยมให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ พัฒนาคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ การจัดการศึกษาและการเรียนการสอนต้องมุ่งตอบสนองความต้องการของลูกคือ ผู้เรียน ให้ความสัมพันธ์กับผู้เรียนและให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555) การเรียนในระดับสูง ควรเน้นการเรียนรู้เพื่อการวิเคราะห์วิจัย โดยการให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองและนำมาอภิปรายร่วมกัน ให้เกิดความเข้าใจ และแง่มุมที่หลากหลาย การเรียนที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศทางวิชาการต้องเน้นหนักที่การวิจัยเป็นหลัก เพราะการวิจัยเป็นเสมือนอุปกรณ์ลับให้ความคิดความอ่านเฉียบคม และชัดเจน

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2555) ได้กล่าวถึงการเรียนแบบสหวิทยาการว่า การจัดการเรียนการสอนต้องมีระบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการความรู้ที่หลากหลายศาสตร์วิชาเข้าด้วยกัน ทั้งความรู้เพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐาน พัฒนาสมรรถนะหลักและการปฏิบัติจริง กระบวนการเรียนเพื่อบูรณาการอาจมีหลากหลายลักษณะผสมผสานกันขึ้นกับความเหมาะสม เช่น กระบวนการบูรณาการแบบหลอมรวม แบบขนาน แบบสหวิทยาการ และแบบข้ามวิชา สิ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพนี้ควรการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะทางวิชาชีพผ่านการปฏิบัติจริง และให้ความสำคัญกับการเรียนเป็นชิ้นงาน เรียนเป็นเรื่อง เรียนเป็น โครงการเพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนมีการวางแผนและทำงานเป็นทีมได้เรียนรู้ ดำเนินงานร่วมกัน มีการบูรณาการเนื้อหาที่สอนตามหลักสูตรให้เอื้อต่อการเรียนเป็นชิ้นงาน/โครงการ และปฏิรูปวิธีสอบ ไม่เน้นสอบเพื่อวัดความจำ แต่ประเมินจากกระบวนการคิด การวางแผนการทำงาน และการแก้ปัญหา สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ต้องจัดการศึกษา

ให้ก้าวผ่านคำว่าทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ ถึงแม้ความรู้ที่อยู่ในการปฏิบัตินั้นจะเป็นความรู้ที่ไม่ชัดเจน แต่ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่สำคัญที่สุด และมีความซับซ้อนมากที่สุดเช่นกัน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนสำหรับการดำรงชีวิตในยุคที่เกิดการเปลี่ยนแปลง อยู่ตลอดเวลา (นวพร ชลารักษ์, 2558) และสอดคล้องกับวิจารณ์ พานิชย์ (2555) กล่าวว่า สิ่งสำคัญ สำหรับความสำเร็จของเยาวชนในศตวรรษที่ 21 คนที่จะอยู่ในโลกยุคใหม่ได้ต้องฝึกความสร้างสรรค์ และนวัตกรรม

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 การจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้ทั้งในด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ไปพร้อม ๆ กัน เนื่องจากวิทยาศาสตร์ไม่เป็นเพียงเนื้อหาวิชาหรือทักษะที่รวบรวมไว้ เท่านั้น แต่ยังมีกระบวนการเรียนรู้ และทักษะปฏิบัติมากมายที่มีคุณค่าต่อการหล่อหลอม ปลูกฝัง คุณลักษณะหลายอย่างให้กับผู้เรียน รวมทั้งยังใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเสาะแสวงหาความรู้ อย่างมีเหตุผล และทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ความคิด ควบคู่กับการพัฒนาการ ทางสติปัญญาในระดับที่สูงขึ้นได้ ตลอดจนสามารถนำหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพ

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอีกรูปแบบหนึ่ง que ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยการสืบเสาะหาความรู้ ได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ได้คิดอย่างเป็นระบบ ได้ใช้ความสามารถในการคิดระดับสูง และได้สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งถือได้ว่าเป็นงานวิจัยเล็ก ๆ ของผู้เรียนที่ศึกษาทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหา ความรู้ด้วยตนเอง (วลัยรัตน์ จันทรวงศ์ และจารุรัตน์ เชาว์เลิศ, 2549) โดยผู้เรียนทำการศึกษา หรือทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาหาทางแก้ปัญหา โดยผู้ทำโครงการเป็นผู้คิดเรื่องหรือเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษา ภายใต้การให้คำปรึกษา แนะนำ ของครู หรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ การสอนโครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นการส่งเสริมและสร้าง ประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ผลงาน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังที่ บรูซชัย ศิริมหาสารคาม (2548) ได้กล่าวถึงคุณค่าและความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้ โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมในการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักทำ รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง เริ่มตั้งแต่ การระดมความคิดในการหาหัวข้อโครงการ การตั้งชื่อโครงการให้น่าสนใจ ผู้เรียนแต่ละคนต้อง ใช้ ความรู้ความสามารถที่มีอยู่อย่างเต็มที่ในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล การเลือกสรรข้อมูล รวมไปถึง

แหล่งข้อมูลที่จะค้นคว้า เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ของตนเอง ทั้งบุคคล สถานที่ และเอกสารต่าง ๆ ผู้เรียนได้มีโอกาสเผชิญกับสถานการณ์จริง มีประสบการณ์ตรงจากการทำงาน ได้รับการตอบสนองต่อความอยากรู้อยากเห็นของตนเอง ในเรื่องที่เขาสนใจมากเป็นพิเศษ ทำให้มีความสุขในการเรียนรู้ และมีทักษะในการทำงานที่เป็นกระบวนการ อันจะนำไปสู่การมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนได้ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้การจัดการเรียนการสอนของครูเปลี่ยนไป โดยครูต้องไม่เพียงแต่เอาใจใส่ผู้เรียนเท่านั้น ยังต้องมีทักษะในการ “จุดไฟ” ในใจของผู้เรียน ให้รักการเรียนรู้ ให้สนุกกับการเรียนรู้ และกระตุ้นให้อยากเรียนรู้ต่อไป ครูจึงต้องยึดหลัก “สอนน้อย เรียนมาก” (Teach less learn more) ครูต้องเปลี่ยนบทบาทเป็น “โค้ช” เนื่องจากในปัจจุบัน ความรู้มีมาก ครูจะจัดการอย่างไรเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้หมด ผลการวิจัยพบว่า ครูควรสอนเฉพาะที่สำคัญ ๆ ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้นั้นไปบูรณาการและต่อยอดได้ ส่วนความรู้ที่ไม่ได้สอน ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้เอง สิ่งสำคัญในการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 นี้ ต้องเปลี่ยนวิธีการศึกษาของการศึกษา คือ เปลี่ยนเป้าหมายจาก “ให้ความรู้” ไปสู่ “ให้ทักษะ” เปลี่ยนจาก “ครูเป็นหลัก” เป็น “ผู้เรียนเป็นหลัก” (วิจารณ์ พานิช, 2556)

แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยนั้นนั้น มักพบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยนักศึกษาส่วนใหญ่ขาดทักษะในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดทักษะในการนำเสนอผลงาน ไม่มีทักษะในการคิดและเลือกหัวข้อที่เหมาะสมในการทำโครงการ ตลอดจนหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ นั้น มักเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ตรงกับสาขางานที่นักเรียน เรียนอยู่ โดยในบางเรื่องครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ไม่มีความรู้ และประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ จึงไม่สามารถให้คำแนะนำการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ ต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนครูในแผนกวิชาต่าง ๆ และผู้มีความรู้เฉพาะด้านซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์ และสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอน พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการยังมีข้อบกพร่องที่ควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนา โดย พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้สรุปปัญหาที่พบในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านการกำหนดปัญหาของโครงการ การเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการ การระบุตัวแปรที่ศึกษา การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องเพื่อตั้งสมมุติฐาน รวมทั้งมีการสรุปและอภิปรายผลที่ไม่ถูกต้อง สำหรับ วรลักษณ์ จันทน์ผา (2545) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำโครงการ

วิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะการทำงานกลุ่ม การสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประสบการณ์ก่อนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ และ ศศิธร ศรีแวงเขต (2550) พบว่า ตัวแปรปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ บทบาทของผู้ปกครอง แหล่งการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อโครงการงานวิทยาศาสตร์ส่งผลทางบวกต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากครูที่ปรึกษานั้นเป็นแรงผลักดันที่สำคัญในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ ครูที่ปรึกษาจะคอยให้การสนับสนุนในทุกเรื่องเมื่อนักเรียนพบปัญหาในการทำโครงการ คอยชื่นชมให้กำลังใจเมื่อนักเรียนมีความตั้งใจ มีความพยายาม สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนอยากทำโครงการ นอกจากนี้ ความคิดเห็นและคำชี้แนะจากครูสามารถพัฒนาโครงการของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนทำโครงการแล้วย่อมพบกับปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ คำชี้แนะจากครูผู้มีประสบการณ์มากกว่าย่อมช่วยชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับฐานุตรา จัง และสถาพร วรรณชนวิจารย์ (2556) กล่าวว่า ครูที่ปรึกษาโครงการงานที่ดึ้นนี้มีอิทธิพลต่อการทำโครงการงานของนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากครูที่ปรึกษาโครงการงานเป็นผู้มีความรู้หรือประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พร้อมจะเสียสละเวลาให้กับการทำโครงการงานของนักเรียน คอยดูแลเอาใจใส่ในการทำโครงการงานของนักเรียน และสามารถสร้างความเป็นกันเองให้กับนักเรียนได้ การได้รับความเอาใจใส่จากครูที่ปรึกษาโครงการงานที่กล่าวมาล้วนส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสิ้น

บทบาทของผู้ปกครองในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้ปกครองควรมีความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนกำลังทำอยู่ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถช่วยเหลืออะไรได้มากก็ตาม อย่างน้อยที่สุดคือการให้กำลังใจ คอยสอบถามความเคลื่อนไหวความก้าวหน้าในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ (ลัดดา ภูเกียรติ, 2554) ซึ่งความรู้ในรายละเอียดบางเรื่องจำเป็นต้องอาศัยผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ผู้ปกครองอาจช่วยเหลือนักเรียนได้หากมีคุณสมบัติดังกล่าว หรืออาจให้คำแนะนำในการหาแหล่งข้อมูลให้กับนักเรียน ซึ่งการพูดคุยซักถามของผู้ปกครองนั้น อาจทำให้เกิดแนวคิดที่สามารถพัฒนามาเป็นหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้เนื่องจากผู้ปกครองมีประสบการณ์มากกว่านักเรียน

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนจัดทำผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จและมีคุณภาพ เนื่องจากแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นแรงขับภายในตัวมนุษย์ที่กระตุ้นมนุษย์ให้เกิดความมุ่งมั่นในการทำงาน คนที่มีแรงจูงใจสูงจะใช้ความพยายามในการกระทำไปสู่วเป้าหมายโดยไม่ลดละ และพร้อมจะทำงานด้วยความเต็มใจ และแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผลงานที่ออกมามีคุณภาพและงานสำเร็จลุล่วงไป

ด้วยดีและรวดเร็ว (ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล, 2555) สอดคล้องกับแมคเคลแลนด์ (McClelland, 1953) ได้ให้ความสำคัญของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ว่าเป็นแรงขับภายในตัวบุคคลที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จคล่องตามเป้าหมายหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับเจียน วันทนิยตระกูล (2553) กล่าวว่า บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะเป็นคนที่มีความทะเยอทะยาน มีความอดทน มีเป้าหมายและความหวังที่จะประสบความสำเร็จ และพยายามที่จะปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ของตนเองให้ดี อยู่เสมอ และยังพบว่ามิจัยอื่นที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์เช่น จิตวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

แนวทางการแก้ปัญหาโดยสามารถพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Instruction model) อย่างเป็นระบบ (System approach) ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนนั้นเป็นแบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดเป็นระบบอย่างสัมพันธ์และสอดคล้องกับทฤษฎี/ หลักการเรียนรู้/ หลักการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ มีลักษณะเฉพาะนำไปสู่การบรรลุตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบ ได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบอย่างมีประสิทธิภาพ (วาริรัตน์ แก้วไร, 2554) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Instruction model) อย่างเป็นระบบ (System approach) จะให้ผลดีในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดมุ่งหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Perkin, 1984) ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนรากฐานความเชื่อของกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) ตามแนวคิดของอิลเลียต (Elliot, 1991) ที่ได้ให้ความสำคัญในการวิจัย คือ คุณธรรมที่เกิดขึ้นจากการตระหนักรู้ในคุณค่าของการปฏิบัติ รวมทั้งเห็นว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการด้านการศึกษาเป็น”การสร้างครุนักวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมากกว่าการสร้างหลักการทางวิชาการ” ในขั้นตอนการวิจัยใช้กระบวนการสะท้อนตนเอง (Self-reflective process) กระบวนการสะท้อนผลจะปรากฏอยู่ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการปฏิบัติไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย รวมทั้งการผสานแนวคิดที่เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ และทฤษฎีการเรียนการสอนที่สำคัญได้แก่ แนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หรือทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism learning theory) (Boudourides, 1998) แนวคิดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL) (หน่วยศึกษานิเทศก์, 2559) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาการบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary integration) (ไพฑูริย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2555) แนวคิดการร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaborative learning) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ภายใต้อาณัติความร่วมมือของผู้ปกครอง และครูหลากหลายสาขาวิชาร่วมกันทำหน้าที่ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้คำปรึกษา กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แลกเปลี่ยน

เรียนรู้ ภายใต้บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ปรานี อ่อนศรี (2558) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการคิดค้นเพื่อพัฒนารูปแบบนวัตกรรมทางการเรียนรู้และรูปแบบการสอนตามหลักสูตรเพื่อก้าวทันกับความเปลี่ยนแปลงกับบริบทเชิงสังคม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการก้าวทันความเปลี่ยนแปลงกับโลกแห่งความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการศึกษาค้นคว้าสูง

จากสภาพการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้งในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ได้มองเห็นปัญหาและเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนารูปแบบการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพในตัวเอง นำไปสู่การสร้างสรรคผลงานที่มีคุณภาพ และครูผู้สอนต่างสาขาวิชาต่างร่วมกันจัดการศึกษาบูรณาการระหว่างวิชาในการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังขึ้น

คำถามการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังมีคำถามในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. มีปัจจัยเชิงสาเหตุอะไรบ้าง ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีลักษณะเป็นอย่างไร และมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่อย่างไร
3. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง มีรูปแบบอย่างไรและสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพเพียงใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

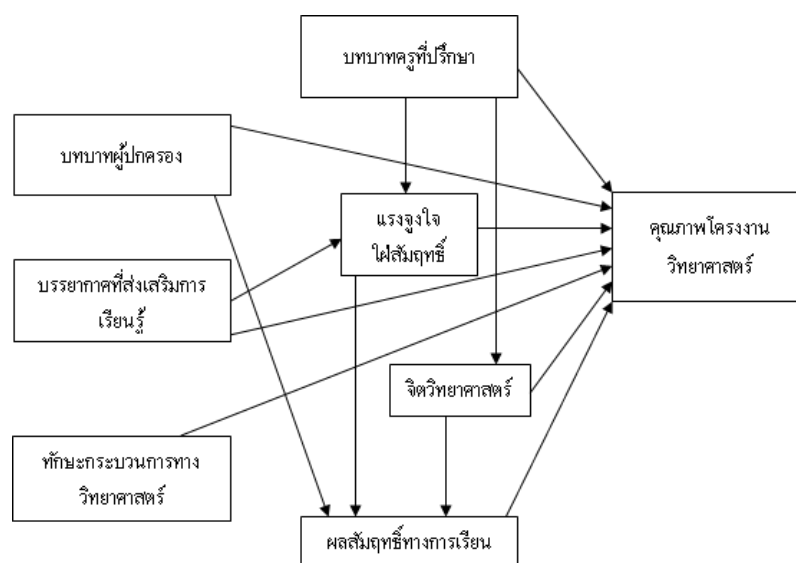
1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษา 2 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา 2) พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

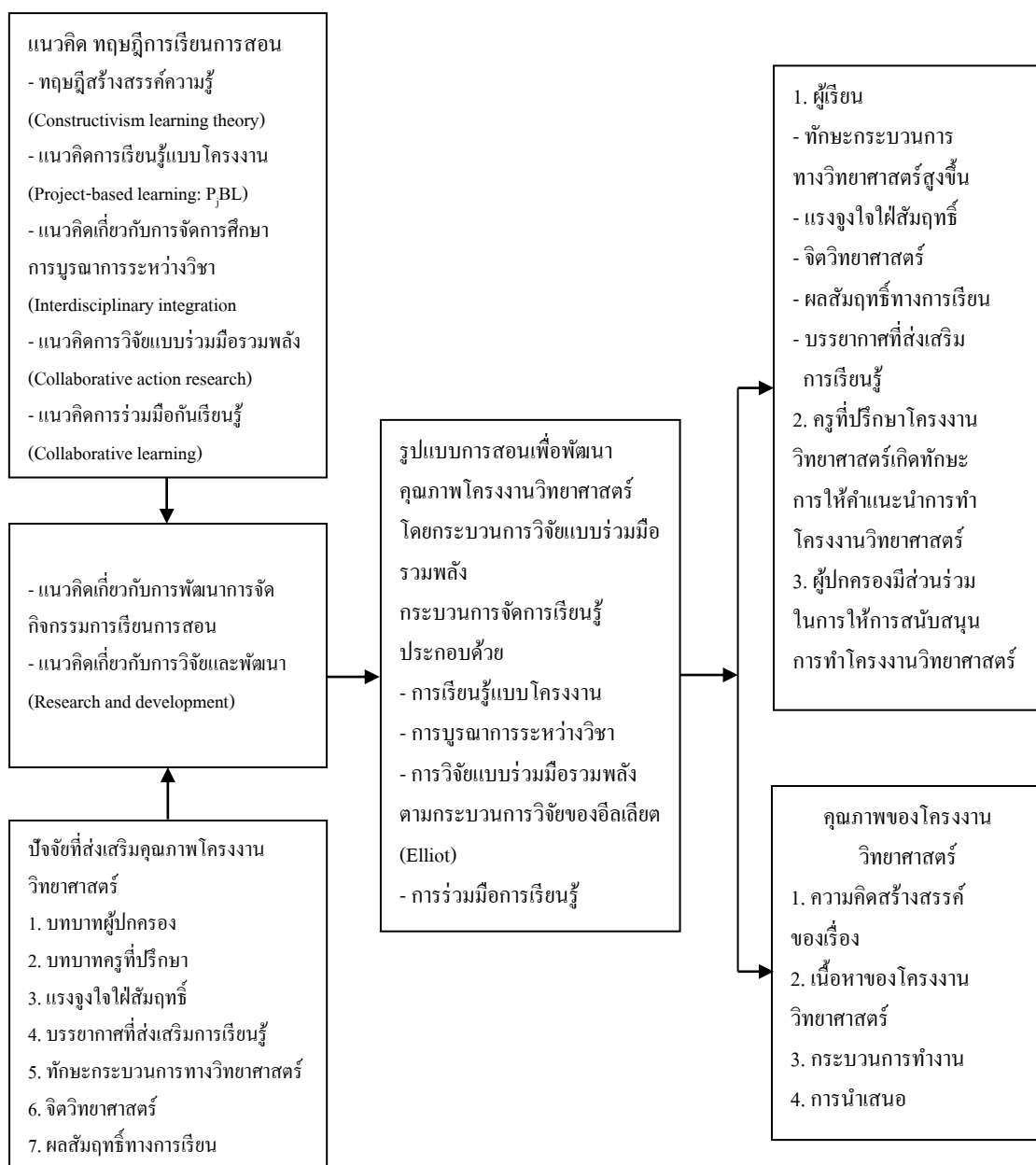
1. ศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจาก ทฤษฎีการสร้างความรู้ความรู้อันเกี่ยวข้องเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์ แนวปฏิบัติในการสอนนักเรียนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ บทบาทของผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการงานวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 1-1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

2. พัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง โดยใช้ผลการศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามาเป็น

โครงสร้างหลักของการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง



ภาพที่ 1-2 กรอบแนวคิดรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

การศึกษาเชิงปริมาณ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีขอบเขตดังนี้

1. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์กับครูผู้สอนแผนกวิชาช่างของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

2. โครงการวิทยาศาสตร์ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์และประเภทการทดลอง

3. ในการศึกษารูปแบบการสอนใช้กระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) ตามแนวคิดของอิลเลียต (Elliott)

4. ประชากร

การศึกษาเชิงปริมาณ ประชากร ได้แก่ 1) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวน 143,211 คน 2) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 901 คน 3) ผู้ปกครองของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 143,211 คน (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและกำลังคนอาชีวศึกษา, 2558)

การศึกษาเชิงคุณภาพ ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2560 ครูผู้สอนวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variable) 7 ตัวแปร ได้แก่

3.1.1 บทบาทครูที่ปรึกษา

3.1.2 บทบาทผู้ปกครอง

3.1.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

3.1.4 บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

3.1.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.1.6 จิตวิทยาาสตร์

3.1.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ

3.2.1 คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

3.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียน ครูผู้ร่วมวิจัย และผู้ปกครอง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ปัจจัยเชิงสาเหตุสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง
2. ได้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง
3. ครุมีทักษะการทำวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนกับวิชาอื่น ๆ
4. ได้แนวทางแก่ผู้สอนในการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง
5. เป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในด้านการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการความรู้ กิจกรรมการสอนจากครูผู้สอนหลายแผนกวิชา ประกอบด้วยครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์, ช่างไฟฟ้ากำลัง, ช่างยนต์, ช่างเชื่อมและโลหะการ มาร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนมีความรู้ ความชำนาญเฉพาะต่างกัน โดยเริ่มตั้งแต่การวางแผนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสรุปผล และมีการสะท้อนกลับข้อมูลในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้นักเรียนจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ
2. การวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง หมายถึง การดำเนินการวิจัยภายใต้ความร่วมมือระหว่างครู นักเรียน และผู้ปกครองร่วมกัน ซึ่งมีความรู้ ความชำนาญในเรื่องราวที่เป็นปัญหา ร่วมมือกันในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์และโครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) ตามแนวคิดของอิลเลียต (Elliot)
4. บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์หรือครูผู้สอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ที่คอยให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ ดังนี้
 - 4.1 บทบาทผู้แนะนำหรือให้คำปรึกษา หมายถึง การให้คำปรึกษาและเสนอแนวคิดที่ทำให้นักเรียนเกิดการคิดค้นด้วยตนเอง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คอยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ชักชวนให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหา สนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหา

คำตอบและใช้เหตุผล เป็นผู้ฟังที่ดีสร้างความอบอุ่นให้แก่ผู้เรียน รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการแนะนำและติชมในการเขียนรายงาน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้เต็มศักยภาพ เพื่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์จนประสบความสำเร็จ

4.2 บทบาทผู้แนะนำวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ หมายถึง การแนะนำและอำนวยความสะดวกช่วยเหลือและติดต่อห้องสมุดอื่นเพื่อที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ตรวจสอบเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้จากแบบสอบถามของครูที่ปรึกษาการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. บทบาทของผู้ปกครอง หมายถึง พ่อแม่ รวมถึงผู้ใหญ่ที่อยู่ใกล้ชิดหรือผู้ที่ดูแลนักเรียน ให้การสนับสนุนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ความสนใจเอาใจใส่ ในการเข้าร่วมกิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คอยเป็นกำลังใจ อำนวยความสะดวก ในการหาเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ สถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ให้คำปรึกษาและแนะนำ ในบางเรื่องที่เป็น พาไปทัศนศึกษาแหล่งความรู้อื่น ๆ เท่าที่สามารถจะให้ความสะดวกและบริการได้ สามารถวัดได้จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนจนชำนาญก่อให้เกิดเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในตัวบุคคล ที่ใช้เป็น พื้นฐานสำหรับการสืบเสาะเชิงวิทยาศาสตร์ และจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ โนมติและหลักการ ต่าง ๆ เป็นวิธีการหรือแนวทางที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าหรือหาความรู้ใหม่ ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ ถือปฏิบัติมาดำเนินการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง หลักการและกฎสามารถวัด ได้จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง สิ่งที่บุคคลปรารถนาและพยายามที่จะกระทำการสิ่งที ประสบสัมฤทธิ์ผลตามมาตรฐานความเป็นเลิศที่ตนเองตั้งใจ ต้องการงานเสร็จทุกครั้งที่ได้รับ มอบหมายและทำงานให้มีความสมบูรณ์ตามความสามารถที่มี สามารถวัดได้จากแบบสอบถาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ระดับความคิดเห็นที่มีต่อลักษณะนิสัยของนักเรียนที่เกิดขึ้น จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กำหนดไว้ 9 ด้าน ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้, ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์, ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น, ความมีเหตุผล, ความใจกว้าง, ความมีระเบียบรอบคอบ, ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทน, ความซื่อสัตย์ สามารถวัดได้จากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนา จากแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของรุจิราพร รามศิริ (2556)

9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต และคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ตามสาขาวิชาที่เรียน

10. คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เป็นผู้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย ความคิดสร้างสรรค์, เนื้อหาโครงการ, กระบวนการทำงาน และการนำเสนอผลงาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 แนวคิดการจัดการเรียนการสอน วิศวกรรมศาสตร

2.1 ความหมายของ วิศวกรรมศาสตร

2.2 หลักการสำคัญของ วิศวกรรมศาสตร

2.3 คุณค่าของ วิศวกรรมศาสตร

2.4 จุดมุ่งหมายของ วิศวกรรมศาสตร

2.5 ประเภทของ วิศวกรรมศาสตร

2.6 คุณภาพ วิศวกรรมศาสตร

2.6.1 คุณภาพ วิศวกรรมศาสตร

2.6.2 การประเมิน วิศวกรรมศาสตร

2.6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน วิศวกรรมศาสตร

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการ

3.1 ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

3.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

3.3 ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

3.4 รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ

3.5 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

ตอนที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ วิศวกรรมศาสตร

4.1 แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของผู้ปกครอง

4.2 แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษา วิศวกรรมศาสตร

4.3 แนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์

4.4 แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

4.5 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร

4.6 แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์

4.7 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์สมการ โครงสร้าง

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

ความหมายของรูปแบบการสอน

รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน หรือรูปแบบการสอนนั้นเป็นนวัตกรรมที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน โดยได้มีนักการศึกษา กล่าวถึง ดังนี้

ทิสนา แจมมณี (2553) ได้ให้ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการ หรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้น เป็นไปตามทฤษฎี หลักการ และแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

Joyce and Weil (2004) ได้ให้ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง การนำแนวคิดหรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้และทฤษฎีการสอนมาจัดระบบโดยแบ่งออกได้ 4 ประการ คือ 1) ลำดับขั้นของการสอน (Syntax) 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (Social system) 3) ปฏิกริยาของครูต่อพฤติกรรมของนักเรียน (Principles of reaction) และ 4) สิ่งสนับสนุนการสอน (Support system)

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2550) ได้ให้ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง แผนผังที่จะช่วยผู้สอนในการเตรียมการสอนว่าควรเตรียมการสอนอย่างไร โดยมีการวิเคราะห์กระบวนการเรียนการสอนว่ามีตัวแปรสำคัญอะไรบ้าง และควรเริ่มและจบบทเรียนอย่างไร

รุจิราพร รามศรี (2556) ได้ให้ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง สภาพการณ์หรือลักษณะที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญาทฤษฎี หลักการ แนวคิด ที่ยึดถือ มีลักษณะเป็น โครงสร้างที่แสดงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยสถานการณ์ดังกล่าวแสดงถึงพฤติกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน สิ่งสนับสนุนด้าน

การเรียนการสอน และปฏิกริยาของครูต่อพฤติกรรมของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบถึงวิธีที่ผู้เรียน จะบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ชัดเจน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบการสอน หมายถึง แนวทาง กระบวนการ หรือกลยุทธ์ในการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนและวิธีการที่เป็นระบบ ที่มีผู้เชี่ยวชาญคิดค้นขึ้น ซึ่งอาจสังเคราะห์มาจากหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้และเงื่อนไข การเรียนรู้ต่าง ๆ

รูปแบบการสอน

สำหรับรูปแบบการสอนหรือรูปแบบการเรียนการสอน (IM: Instructional model หรือ ID model) มีจำนวนมากมายที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบการเรียนการสอน แต่การออกแบบ ระบบหรือรูปแบบการเรียนการสอนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและได้มีการนำไปประยุกต์ใช้ มีดังนี้

Joyce and Weil (2004) ได้จัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอนเป็น 4 กลุ่ม โดยอาศัย แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับจิตวิทยาทางการเรียนรู้ และทฤษฎีการสอน ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (The information processing models) ส่งเสริมแรงจับภายในของบุคคลในการได้รับข้อมูล และการจัดการข้อมูล (Information processing models) การรู้ปัญหา การหาข้อสรุป การสร้างมโนทัศน์และภาษา การระบุ ปัญหา รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการสอนเชิงคิดอนุมานของ Taba (Taba's inductive thinking model) รูปแบบการสอนมโนทัศน์ของ Bruner (Bruner's concept attainment model) และรูปแบบการสอนฝึกการคิดสืบค้นของ Suchaman (Suchaman's inquiry training model) เป็นต้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาสังคม (The social model) เป็นรูปแบบ การเรียนการสอนที่เน้นการทำงานร่วมกัน ใช้พลังในการร่วมมือสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ ในการจัดการชั้นเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างการทำงานร่วมกัน และสร้างความสัมพันธ์ ในชั้นเรียน รูปแบบการเรียนการสอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการสอนการทำงานเป็นกลุ่มของ Dewey (Dewey's group investigation model) การสอนบทบาทสมมติของ Shaftel (Shaftel's role playing model) เป็นต้น

3. รูปแบบการสอนที่เน้นการเสริมสร้างบุคลิกภาพ (The personal models) รูปแบบนี้ เริ่มจากจิตทัศน์ของแต่ละคนที่พยายามให้การศึกษ เพื่อให้เข้าใจตนเองได้ดีขึ้น มีความรับผิดชอบ ต่อการศึกษา และเรียนเพื่อพัฒนาตนเองให้แกร่งขึ้น มีการรับรู้มากขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์ ทำให้คุณภาพของชีวิตดีขึ้น รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวให้ความสำคัญกับจิตทัศน์ของ

แต่ละบุคคลที่ส่งเสริมความเป็นอิสระซึ่งทำให้บุคคลเพิ่มความตระหนักในตนเองและรับผิดชอบในโชคชะตาของตน เช่น การสอนแบบไม่ชี้นำของ Rogers (Rogers's nondirective teaching model) และการสอนแบบส่งเสริมให้รู้คุณค่าของตนเองของ Maslow (Maslow's enhancing self-esteem model)

4. รูปแบบการสอนที่เน้นพฤติกรรม (The behavioral models) เป็นรูปแบบที่เน้นความรู้เกี่ยวกับวิธีการที่บุคคลตอบสนองต่อภาระงานและการป้อนกลับ รูปแบบนี้มุ่งสังเกตพฤติกรรม กำหนดภาระงาน และวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้า เช่น การเรียนแบบรอบรู้ของ Bloom (Bloom's mastery learning model) และรูปแบบการสอนโดยตรงของ Good (Good's direct instruction model) เป็นต้น

ทิสนา เขมมณี (2545) ได้จัดหมวดหมู่ของรูปแบบเหล่านี้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบ ซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 5 หมวด ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) รูปแบบการเรียนการสอนในหมวดนี้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด รูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย รูปแบบการเรียนการสอนโดยการนำเสนอ มโนทัศน์กว้างล่วงหน้า รูปแบบการเรียนการสอนเน้นความจำ รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก เป็นต้น

2. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective domain) รูปแบบการเรียนการสอนในหมวดนี้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากแก่การพัฒนา หรือปลูกฝัง การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่เพียงช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มักไม่เพียงพอต่อการช่วยให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีได้ จำเป็นต้องอาศัยหลักการและวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวความคิดการพัฒนาด้านจิตพิสัยของ Bloom รูปแบบการเรียนการสอนโดยการซักค้ำ้น รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมติ เป็นต้น

4. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process skill) ทักษะกระบวนการ เป็นทักษะที่คิดเกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการสืบสวนแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่าง ๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การใช้เหตุผล การสืบสวน การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ปัจจุบันการศึกษาให้ความสำคัญในเรื่องนี้มาก เพราะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต

รูปแบบการเรียนการสอนในกลุ่มนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบ และแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคต ตามแนวคิดของ Torrance

5. รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) รูปแบบการเรียนการสอนในหมวดนี้ เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียนไปพร้อม ๆ กัน โดยการใช้การบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและวิธีการ รูปแบบในลักษณะนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีความสอดคล้องกับหลักการทฤษฎีทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนารอบด้าน หรือการพัฒนาเป็นองค์รวม รูปแบบในลักษณะดังกล่าว เช่น รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบย่อย ได้แก่ รูปแบบจิ๊กซอร์ (Jigsaw) รูปแบบเอส.ที.เอ.ดี. (STAD) รูปแบบ ที.เอ.ไอ. (TGT) รูปแบบ แอล.ที. (LT) เป็นต้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่นำเสนอนี้ ล้วนเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางทั้งสิ้น เพียงแต่มีความแตกต่างกันตรงจุดเน้นของด้านที่ต้องการพัฒนาในตัวผู้เรียน และปริมาณของการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งมีมากน้อยแตกต่างกัน แม้รูปแบบแต่ละหมวดหมู่จะมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน ก็มีได้หมายความว่า รูปแบบนั้น ไม่ได้ใช้หรือพัฒนาความสามารถทางด้านอื่น ๆ เลย อันที่จริงแล้ว การสอนแต่ละครั้งมักประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้งทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย รวมทั้งทักษะกระบวนการทางสติปัญญา เพราะองค์ประกอบทั้งหมดมีความเกี่ยวพันกันอย่างใกล้ชิด การจัดหมวดหมู่ของรูปแบบเป็นเพียงเครื่องแสดงให้เห็นว่า รูปแบบนั้น มีวัตถุประสงค์หลักมุ่งเน้นไปทางใดเท่านั้น แต่ส่วนประกอบด้านอื่น ๆ ก็ยังคงมีอยู่ เพียงแต่จะมีน้อยกว่าจุดเน้นเท่านั้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยศึกษาและนำแนวคิดมาเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการสอนในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process skill) ซึ่งทักษะกระบวนการ เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ อาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่าง ๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การใช้เหตุผล การสืบสอบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันได้ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มาก เพราะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต ในการวิจัยได้นำแนวคิดมาเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียน ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์
3. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของ Torrance

1. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group investigation instructional model)

ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

Joyce and Weil (1996) เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของ Thelen 2 แนวคิด คือ แนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (Knowledge) Thelen ได้อธิบายว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ก็คือ ตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นปัญหาที่ชวนให้เกิดความงุนงงสงสัย หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ในสังคม ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เพื่อสนองความต้องการของตนทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์และสังคม ความขัดแย้งทางความคิดที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลหรือในกลุ่ม จึงเป็นสิ่งที่บุคคลต้องพยายามหาหนทางจัดแก้ไขหรือจัดการทำความเข้าใจให้เป็นที่พอใจหรือยอมรับทั้งของตนเองและผู้เกี่ยวข้อง ส่วนในเรื่อง “ความรู้” นั้น เบลเลนมีความเห็นว่า ความรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบสอบทั้งหลาย ความรู้เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ความรู้จึงเป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านกระบวนการสืบสอบโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาทักษะในการสืบสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจ โดยอาศัยกลุ่มซึ่งเป็นเครื่องมือทางสังคมช่วยกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้และช่วยดำเนินการแสวงหาความรู้หรือคำตอบที่ต้องการ

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย

ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจและความต้องการในการสืบสอบและแสวงหาความรู้ต่อไปนั้น ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน และจะต้องมีลักษณะที่ชวนให้งุนงงสงสัย เพื่อท้าทายความคิดและความใฝ่รู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น

ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพยายามกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งหรือความแตกต่างทางความคิดขึ้น เพื่อท้าทายให้ผู้เรียนพยายามหาทางเสาะแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการพิสูจน์ทดสอบความคิดของตน เมื่อมีความแตกต่างทางความคิดเกิดขึ้น ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเดียวกันรวมกลุ่มกัน หรืออาจรวมกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันก็ได้

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้

เมื่อกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างกันแล้ว สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนว่า จะแสวงหาข้อมูลอะไร กลุ่มจะพิสูจน์อะไร จะตั้งสมมติฐานอะไร กลุ่มจำเป็นต้องมีข้อมูลอะไร และจะไปแสวงหาที่ไหน หรือจะได้ข้อมูลนั้นมาได้อย่างไร จะต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะวิเคราะห์อย่างไร และจะสรุปผลอย่างไร ใครจะช่วยทำอะไร จะใช้เวลาเท่าใด ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการกลุ่ม ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผน แหล่งความรู้ และการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนดำเนินการแสวงหาความรู้

ผู้เรียนดำเนินการเสาะแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำและติดตามการทำงานของผู้เรียน

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล

เมื่อกลุ่มรวบรวมข้อมูลได้มาแล้ว กลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลต่อจากนั้น จึงให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผล อภิปรายผลร่วมกันทั้งชั้น และประเมินผลทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

การสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ของกลุ่มตามขั้นตอนข้างต้นช่วยให้กลุ่มได้รับความรู้ ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา และอาจพบประเด็นที่เป็นปัญหาชวนให้ฉงนงสงสัย หรืออยากรู้ต่อไป ผู้เรียนสามารถเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ จึงอาจมีต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ตามความสนใจของผู้เรียน

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะสามารถสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความใฝ่รู้และมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มขึ้น และได้พัฒนาทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics instructional model)

ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์นี้ เป็นรูปแบบที่ Joyce and Weil, (1966) พัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดของ Gordon ที่กล่าวว่า บุคคลทั่วไปมักยึดติดกับวิธีคิดแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ของตน โดยไม่ค่อยคำนึงถึงความคิดของคนอื่น ทำให้การคิดของตนคับแคบและไม่สร้างสรรค์ บุคคลจะเกิดความคิดเห็นที่สร้างสรรค์แตกต่างไปจากเดิมได้ หากมีโอกาสได้ลองคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ไม่เคยคิดมาก่อน หรือคิดโดยสมมติตัวเองเป็นคนอื่น และถ้ายังให้บุคคลจากหลายกลุ่มประสบการณ์มาช่วยกันแก้ปัญหา ก็จะยิ่งได้วิธีการที่กลากหลายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น Gordon จึงได้เสนอให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดแก้ปัญหาด้วยแนวความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เหมือนเดิม ไม่อยู่ในสภาพที่เป็นตัวเอง ให้ลองใช้ความคิดในฐานะที่เป็นคนอื่น หรือเป็นสิ่งอื่น สภาพการณ์เช่นนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้ Gordon เสนอวิธีการคิดเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปมัยเพื่อใช้ในการกระตุ้นความคิดใหม่ ๆ ไว้ 3 แบบ คือ การเปรียบเทียบแบบตรง การเปรียบเทียบบุคคลกับสิ่งของ และการเปรียบเทียบคำคู่ขัดแย้ง วิธีการนี้มีประโยชน์มากเป็นพิเศษสำหรับการเขียนและการพูดอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการสร้างสรรค์งานทางศิลปะ

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่ใหม่แตกต่างไปจากเดิม และสามารถนำความคิดใหม่นั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ชี้แนะ ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงานต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำ เช่น ให้เขียน บรรยาย เล่า ทำ แสดง วาดภาพ สร้าง ปั้น เป็นต้น ผู้เรียนทำงานนั้น ๆ ตามปกติที่เคยทำเสร็จแล้วให้เก็บผลงานไว้ก่อน

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างอุปมาแบบตรงหรือเปรียบเทียบแบบตรง ผู้สอนเสนอคำคู่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง เช่น ลูกบอลกับมะนาว เหมือนหรือต่างกันอย่างไร คำคู่ที่ผู้สอนเลือกมาควรให้มีลักษณะที่สัมพันธ์กับเนื้อหาหรืองานที่ให้ผู้เรียนทำในขั้นที่ 1 ผู้สอนเสนอคำคู่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบหลาย ๆ คู่ และจดคำตอบของผู้เรียนไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างอุปมาบุคคลหรือเปรียบเทียบบุคคลกับสิ่งของ ผู้สอนให้ผู้เรียนสมมติตัวเองเป็นสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และแสดงความรู้สึกออกมา เช่น ถ้าเปรียบเทียบผู้เรียนเป็นเครื่องซักผ้า จะรู้สึกอย่างไร ผู้สอนจดคำตอบของผู้เรียนไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างอุปมาคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนนำคำหรือวลีที่ได้จากการเปรียบเทียบในขั้นที่ 2 และ 3 มาประกอบกันเป็นคำใหม่ที่มีความหมายขัดแย้งกันในตัวเอง เช่น ไฟเย็น น้ำผึ้งขม มัจจุราชสีน้ำผึ้ง เชื้อคนีม ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการอธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันอธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้งที่ได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการนำความคิดใหม่มาสร้างสรรค์งาน ผู้สอนให้ผู้เรียนนำงานที่ทำไว้เดิมในขั้นที่ 1 ออกมาทบทวนใหม่ และลองเลือกนำความคิดที่ได้มาใหม่จากกิจกรรมขั้นที่ 5 มาใช้ในงานของตน ทำให้งานของตนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะเกิดความคิดใหม่ ๆ และสามารถนำความคิดใหม่ ๆ นั้นไปใช้ในงานของตน ทำให้งานของตนมีความแปลกใหม่ น่าสนใจมากขึ้น นอกจากนั้นผู้เรียนอาจเกิดความตระหนักในคุณค่าของการคิด และความคิดของผู้อื่นอีกด้วย

3. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของ Torrance (Torrance's future problem solving instructional model)

ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนนี้พัฒนามาจากรูปแบบการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของ Torrance (1962) ซึ่งได้นำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม มาใช้ประกอบกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาและการใช้ประโยชน์จากกลุ่มซึ่งมีความคิดหลากหลาย โดยเน้นการใช้เทคนิคระดมสมองเกือบทุกขั้นตอน

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ตระหนักรู้ในปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเรียนรู้ที่จะคิดแก้ปัญหาาร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดจำนวนมาก

กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 การนำสภาพการณ์อนาคตเข้าสู่ระบบการคิด

นำเสนอสภาพการณ์อนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และจินตนาการ ในการทำนายสภาพการณ์อนาคตจากข้อมูล ข้อเท็จจริง และประสบการณ์ของตน

ขั้นที่ 2 การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา

จากสภาพการณ์อนาคตในขั้นที่ 1 ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าอาจจะเกิดปัญหาอะไรขึ้นบ้างในอนาคต

ขั้นที่ 3 การสรุปปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ผู้เรียนนำปัญหาที่วิเคราะห์ได้มาจัดกลุ่ม หรือจัดความสัมพันธ์เพื่อกำหนดว่าอะไรเป็นปัญหาหลัก อะไรเป็นปัญหารอง และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 4 การระดมสมองหาวิธีแก้ปัญา

ผู้เรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญาโดยพยายามคิดให้ได้ทางเลือกที่แปลกใหม่ จำนวนมาก

ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีการแก้ปัญาที่ดีที่สุด

เสนอเกณฑ์หลาย ๆ เกณฑ์ที่จะใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญา แล้วตัดสินใจเลือกเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในแต่ละสภาพการณ์ ต่อไปจึงนำเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้มาใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญาที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์แต่ละข้อด้วย

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญาในอนาคต

ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญาในอนาคตที่ได้มาเรียบเรียง อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมข้อมูลที่จำเป็น คิดวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม และนำเสนออย่างเป็นระบบน่าเชื่อถือ

ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญา และตระหนักรู้ในปัญาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และสามารถใช้ทักษะการคิดแก้ปัญามาใช้ในการแก้ปัญาปัจจุบัน และป้องกันปัญาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

จากแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการออกแบบการสอน

การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional design) เป็นกระบวนการหรือการเปลี่ยนแปลงจากหลักการเรียนรู้และการสอนมาสู่การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนการสอน หรือสื่อการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นเกี่ยวกับการสร้าง การวางแผนสำหรับการพัฒนาสื่อการสอน และกิจกรรมที่จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนได้นำหลักการเรียนรู้มาสู่การวางแผนสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเลือกใช้สื่อการสอน ซึ่งมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ผู้เรียน สถานการณ์ และเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งสามารถสรุปลักษณะของการออกแบบการสอนได้ดังนี้ (กาญจนา จันทร์ประเสริฐ, 2554)

1. กล่าวถึงส่วนประกอบต่าง ๆ และวิธีการจัดส่วนประกอบดังกล่าว
2. วิเคราะห์เทคนิคและวิธีการที่จะช่วยกำหนดระดับของทักษะที่ผู้เรียนมีอยู่ในปัจจุบัน และทักษะที่ต้องการให้บรรลุวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระ

3. กำหนดสารสนเทศที่ผู้เรียนจะเรียน และสิ่งที่ควรเน้นให้ได้รับจากการเรียนการสอน
4. แหล่งของความรู้ วิธีการ เทคนิค และกิจกรรมที่สามารถใช้เพื่อเพิ่มการเรียนรู้ของผู้เรียน
5. การจำแนก และระบุสื่อการสอน เพื่อผู้เรียนจะได้รับสารสนเทศในเวลาที่ต้องการ
6. เป็นการประเมินผลเพื่อยืนยันว่าสื่อการสอนและกระบวนการทำให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

การออกแบบการสอนมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาศักยภาพของการจัดการศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยพิจารณาถึงพื้นฐานหลักสำคัญก็คือ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning theory) ที่มีอิทธิพลเป็นอย่างมากสำหรับการออกแบบ ได้มีผู้เสนอหลักการและองค์ประกอบการออกแบบการเรียนการสอนไว้หลายแนวทาง ดังนี้

Dick and Carey (1991) เสนอว่าการออกแบบการเรียนรู้มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายการเรียนการสอนว่าเมื่อสิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอนแล้ว ต้องการให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอย่างไร
 2. วิเคราะห์เป้าหมายการเรียนการสอนว่าผู้เรียนมีความสามารถในด้านใดบ้าง
- ซึ่ง Gagne (1985) กำหนดเป้าหมายเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ทักษะทางร่างกาย (Psychomotor skills) เป็นทักษะการเรียนรู้ที่ใช้ความสามารถทางร่างกาย มีการใช้งานของกล้ามเนื้อ ประกอบกับการใช้การรู้คิดหรือพุทธิปัญญา (Cognitive) และจิตใจ (Mental) ควบคู่กันไป

2.2 ทักษะเชาว์ปัญญา (Intellectual skills) เป็นการทำงานของพุทธิปัญญา แบ่งได้ 4 ด้าน คือ การจำแนก (Discriminations) การสร้างมโนทัศน์ (Concepts forming) การนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ (Rules applying) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ผู้เรียนมีความสามารถในการตัดสินใจได้ว่าของสองสิ่งมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร สามารถจัดประเภทระบุคุณลักษณะได้ มีความสามารถในการประยุกต์ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ ใช้วิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการใช้ข้อมูลความรู้ในการจัดการกับปัญหาต่าง ๆ ได้

2.3 ทักษะการสื่อสารทางวาจา (Verbal skills) เป็นความสามารถในการสื่อสารด้วยการพูด การตอบคำถามหรือการตั้งคำถาม ผู้เรียนต้องสามารถอธิบายถึงข้อมูลความรู้ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และสามารถนำออกมาใช้ได้

2.4 เจตคติ (Attitudes) เป็นความรู้สึกรที่มีอิทธิพลในการตัดสินใจเลือกที่จะทำหรือไม่ทำภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

3. วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบทที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากศักยภาพและเจตคติของผู้เรียน เป็นสิ่งช่วยกำหนดวิธีการเรียนการสอน จะทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ควบคู่กันไป
4. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ ระบุว่าเมื่อผู้เรียนผ่านกระบวนการแล้ว เกิดทักษะใดบ้าง รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการประเมินความสำเร็จของผู้เรียน
5. พัฒนาเครื่องมือในการประเมิน เพื่อวัดและประเมินความสามารถของผู้เรียน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
6. พัฒนาวิธีการเรียนการสอน เลือกวิธีการเรียนการสอน กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติการ และให้ข้อมูลย้อนกลับ
7. พัฒนาวิธีสอนและเลือกกิจกรรมการเรียนการสอน นำมาสร้างคู่มือผู้เรียน คู่มือผู้สอน สื่อการเรียนการสอน แบบวัดและประเมินผล
8. ออกแบบและสร้างแบบประเมินผลย่อย ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธี คือ 1) ประเมินตัวต่อตัว (One to one evaluation) 2) ประเมินกลุ่มย่อย (Small group evaluation) และ 3) ประเมินภาคสนาม (Field evaluation)
9. ทบทวนการจัดการเรียนการสอน โดยการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลย่อย และสรุปผลแจ้งให้ผู้เรียนทราบ ประเมินว่าไม่บรรลุในจุดประสงค์ใดบ้าง เป็นการทบทวนวิธีการเรียนการสอนเพื่อพัฒนารูปแบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
10. ดำเนินการประเมินผลรวม เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน โดยใช้เกณฑ์ 2 ลักษณะ คือ เกณฑ์สัมบูรณ์ (Absolute) หรือเกณฑ์สัมพัทธ์ (Relative) เพื่อตัดสินคุณค่าการจัดการเรียนการสอน Kemp and Ross (1994) เสนอว่าการออกแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบ 9 ประการ ดังนี้
 1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอน เพื่อกำหนดเป้าหมายในการออกแบบการเรียนการสอน
 2. ทดสอบลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่จำเป็นต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่ในระหว่างการเรียน
 3. กำหนดขอบเขตเนื้อหา และวิเคราะห์งาน เพื่อกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ทั่วไป
 4. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน
 5. จัดลำดับเนื้อหาในหน่วยการเรียนการสอน
 6. ออกแบบวิธีการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้
 7. วางแผนการจัดการเรียนการสอน

8. พัฒนาเครื่องมือประเมินผู้เรียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 9. เลือกรั้วพยากรการเรเรียนรูที่สนับสนุนการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรเรียนรู
ทศนา แวมมณี (2552) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้
 1. กำหนดจุดมุ่งหมายการพัฒนาหรือการสร้างระบบหรือรูปแบบการเรียนการสอนให้ชัดเจน
 2. ศึกษาหลักการ/ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้รอบคอบขึ้น ซึ่งจะช่วยให้รูปแบบหรือระบบมีความมั่นคงขึ้น
 3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะช่วยให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ และจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหลาย การนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบจะช่วยจัดหรือป้องกันปัญหาอันทำให้ระบบนั้นขาดประสิทธิภาพ
 4. การกำหนดองค์ประกอบของระบบ ได้แก่ การพิจารณาว่ามีอะไรบ้างที่สามารถช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายบรรลุผลสำเร็จ
 5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป
 6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิด ความรอบคอบมาก ผู้สร้างระบบต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้ ขั้นนี้เป็นขั้นที่อาจใช้เวลาในการพิจารณามาก
 7. การจัดผังระบบ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่าง ๆ
 8. การทดลองใช้ระบบ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
 9. การประเมินผล ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบใด ๆ แล้วได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
 10. การปรับปรุงระบบ นำผลการทดลองใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น
- สรุปได้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างรูปแบบให้ชัดเจน มีการศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เป้าหมาย วัตถุประสงค์ การเรียน วิธีการเรียนการสอน เครื่องมือในการประเมิน สื่อการเรียนการสอน และแหล่งการเรียนรู้ ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้เรียนควรวเคราะห์ผู้เรียนและ

บริบทที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดวิธีการเรียนการสอน จึงจะส่งผลต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมรูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยการสืบเสาะหาความรู้ ได้ฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คิดอย่างเป็นระบบ ได้ใช้ความสามารถในการคิดระดับสูง และได้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การทำโครงการเป็นการทำวิจัยรูปแบบหนึ่งที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดให้ผู้เรียนทุกคนต้องทำ

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ (2558) ได้ให้ความหมายโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำของครู หรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลทั้งในชั้นเรียน และนอกชั้นเรียนโดยไม่จำกัดเวลา

ไตรภพ เทียบพิมพ์ (2557) ได้ให้ความหมาย โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง งานวิจัย (Research) ที่ผู้เรียนรวมกลุ่มกันทำกิจกรรม โดยใช้ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นปัญหา หรือที่ต้องการคำตอบ

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ (2558) ได้ให้ความหมาย โครงการ หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ โดยมีครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษา คอยกระตุ้นแนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด สามารถทำได้ทั้งในระดับ ปวช. ปวส. ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้ อาจเป็นโครงการเล็ก ๆ ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหรือเป็นโครงการใหญ่ที่มีความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงการ

จากความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา มีการเตรียมความพร้อม กำหนดและเลือกหัวข้อตามความสนใจ เขียนเค้าโครงของโครงการ ลงมือปฏิบัติทำการทดลอง

จนได้ข้อสรุปเขียนเป็นรายงานและมีการนำเสนอผลงานภายใต้การดูแลของครูที่ปรึกษาโครงการ
วิทยาศาสตร์ ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

หลักการสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร (2542) กล่าวว่า โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะ
เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ในส่วนที่
เป็นกิจกรรมนี้ควรจะได้ทราบว่ามีหลักการอย่างไร กล่าวคือ

1. เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อที่จะค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจและระดับความรู้
ความสามารถของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ถึงการแสดงออกถึงความคิดริเริ่ม
การวางแผน และการหาวิธีการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูที่ปรึกษาคอยแนะนำ
3. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาเพื่อตอบปัญหา
ที่สงสัย
4. นักเรียนจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
อย่างลึกซึ้ง กล่าวคือ เป็นการฝึกคนให้ช่างสังเกต การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกใช้
เครื่องมือ การวางแผนออกแบบการทดลอง การกำหนดตัวแปรที่ศึกษาหาวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
การสรุปผลการทดลองที่ได้ เป็นต้น
5. เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้รู้วิธีการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาด้วยตนเอง
โดยมิได้มุ่งการส่งเข้าประกวดเพื่อรางวัล

ชาติรี สารัญ (2543) กล่าวถึง หลักการสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การศึกษา
ที่มุ่งเพื่อค้นหาคำตอบที่ตนสงสัย ผู้เรียนตั้งข้อสงสัยขึ้นมาแล้วหาคำตอบที่ชัดเจนในเรื่องนั้น ๆ
มากยิ่งขึ้นเป็นการค้นพบคำตอบด้วยตนเองมากกว่าท่องจำจากคำครูสอน

สุพล วังสินธุ์ (2543) กล่าวว่า หลักการสำคัญการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นก่อน
จัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะต้องสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดทั้งทักษะการแสวงหาความรู้
ที่หลากหลาย ทักษะการฟัง พูด อ่าน เขียน ต้องฝึกอย่างต่อเนื่อง และเพียงพอเพื่อนำผู้เรียนเข้าสู่
กระบวนการเลือกหัวข้อที่จะจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ ฉะนั้น ลักษณะสำคัญของโครงการ
วิทยาศาสตร์จึงพอสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นเรื่องที่น่าสนใจสงสัยต้องการคำตอบ
2. เป็นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการมีระบบ ที่ผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถหลายด้าน
3. เป็นการบูรณาการการเรียนรู้

4. มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง
5. มีการศึกษาอย่างลุ่มลึกด้วยวิธีการและแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลาย
6. เป็นการแสวงหาความรู้และสรุปความรู้ด้วยตนเอง
7. มีการนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมในด้านกระบวนการและผลงานที่พบ

8. ข้อค้นพบสิ่งค้นพบสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้น ก่อนที่ผู้สอนจะเข้าสู่กระบวนการเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเน้นบรรยากาศแบบประชาธิปไตย คือ ยอมรับนับถือร่วมมือแบ่งปันและสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ผู้สอนจะต้องคืนอำนาจให้แก่ผู้เรียน เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกทุกประการและร่วมเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับผู้เรียน ผู้สอนจะต้องปรับบทบาทจากผู้ออกความรู้มาเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้จัดกิจกรรมโครงการงานวิทยาศาสตร์ประสบความสำเร็จตามเจตนารมณ์อย่างแท้จริง

ไตรภพ เทียบพิมพ์ (2557) กล่าวว่า การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น มุ่งหวังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดำรงขึ้นในตัวผู้เรียน เป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คิดและทำอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ มีทักษะและความชำนาญในการใช้กระบวนการคิด ดำเนินการอย่างมีระบบ เป็นระเบียบ และเชี่ยวชาญในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ หลักการสำคัญของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้แก่

1. เน้นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่ม วางแผนและดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงเป็นที่เลี้ยง คอยชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มตั้งแต่การกำหนดปัญหา หรือเลือกหัวข้อที่ตนสนใจต้องการศึกษา วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการทดลอง รวบรวมและเรียบเรียงข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น
4. มุ่งฝึกให้ผู้เรียนรู้และมีทักษะในการคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ รู้จักวิธีการในการศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาด้วยตนเอง มิได้เน้นการส่งเข้าประกวดเพื่อรับรางวัล

สรุปได้ว่า หลักการสำคัญของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์คือการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะให้คำปรึกษาของครูอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ

คุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์

ไทรภพ เทียบพิมพ์ (2557) กล่าวว่าไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์มีคุณค่าด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญและมีความมั่นใจ ในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้ว โครงการวิทยาศาสตร์ยังมีคุณค่าด้านอื่น ๆ ดังนี้

1. สร้างสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เปิดโอกาสให้ทุกคนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้เรื่องที่น่าสนใจได้อย่างลึกซึ้งกว่าปกติ
4. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง
5. กระตุ้นความสนใจด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ และประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์
7. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนและครู-อาจารย์
8. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับสถานศึกษา สถานศึกษามีโอกาสเผยแพร่ความรู้

และเทคโนโลยีแก่ชุมชน ซึ่งจะกระตุ้นความสนใจด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และวางแผนการปฏิบัติที่นำไปสู่การแก้ปัญหา
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการคิดระดับสูง
4. เพื่อให้ผู้เรียนได้รายงานผลการปฏิบัติและนำเสนอผลงานด้วยการเขียนรายงานและการจัดแสดงผลงาน

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร (2542) ได้กล่าวถึง จุดหมายการศึกษาค้นคว้าทดลองตรวจสอบ สมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่งอย่างมีเกณฑ์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้ศึกษาจะวางแผนออกแบบการทดลอง หรือประดิษฐ์คิดค้นอย่างมีลำดับขั้นตอน มีการเก็บรวบรวมข้อมูล แปลผลหรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสรุปนำมาเขียนเป็นรายงานการทดลองให้สมบูรณ์ สามารถนำเสนอผลงานที่จัดทำได้ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ เป็นการพัฒนาความรับผิดชอบ มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ (2558) ไตรภพ เทียบพิมพ์ (2557) ลัดดา ภูเกียรติ (2552) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) กล่าวไว้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรตัวหนึ่ง โดยควบคุมตัวแปรอื่นที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา การศึกษาค้นคว้าแบ่งตัวแปรได้ 3 ประเภท คือ

1.1 ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เราต้องการวัดหรือศึกษาในขณะที่ทำการทดลอง

1.2 ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น

1.3 ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่นที่อยู่นอกเหนือตัวแปรต้น แต่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม จึงต้องมีการควบคุมเพื่อไม่ให้มีผลต่อการสรุปผลการทดลอง

2. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่มีการสำรวจข้อมูลบางอย่าง โครงการประเภทนี้ไม่ต้องกำหนดตัวแปรในการเก็บข้อมูล อาจเป็นการสำรวจในภาคสนาม หรือในธรรมชาติ และรวบรวมข้อมูล จำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นการประดิษฐ์ของใหม่ ๆ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมไปถึงการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดต่าง ๆ

4. โครงการสร้างทฤษฎีเป็นโครงการที่ได้เสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวความคิดใหม่ ๆ ซึ่งอยู่ในรูปสูตร สมการ หรือคำอธิบาย โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกา หรือข้อตกลงขึ้นมา แล้วเสนอกติกา ทฤษฎี หลักการ แนวความคิดหรือจินตนาการของตนเองตามกติกาหรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายสิ่งหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแนวใหม่ การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี ต้องค้นคว้าศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ (2558) กล่าวไว้ว่า โครงการแบ่งเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ออกการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างมีระบบ โครงการประเภทเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาหรือสำรวจความคิดเห็น ข้อมูลที่รวบรวมได้บางอย่างอาจเป็นปัญหาที่นำไปสู่การทดลองหรือค้นพบสาเหตุของปัญหาที่ต้องหาวิธีแก้ไข ปรับปรุงร่วมกัน

2. โครงการประเภทการทดลอง เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ ที่ต้องออกแบบทดลองเพื่อศึกษาว่าเป็นไปตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้หรือไม่ มีการควบคุมตัวแปรอื่น ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ มีการรวบรวมข้อมูลการดำเนินการทดลอง การแปลผล และสรุปผลการทดลอง สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. โครงการประเภทการศึกษาพัฒนาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่เคยมีใครคิดมาก่อน หรือศึกษาขยายจากเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการ หรือวิธีการน่าเชื่อถือ ซึ่งผู้ทำโครงการต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี หรือต้องมีการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลมาประกอบอย่างลึกซึ้ง จึงจะทำให้สามารถกำหนดความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นมาได้

4. โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงาน หรือการใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้ว ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปกว่าเดิม ทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่าง ๆ

สรุปได้ว่า โครงการวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) โครงการประเภทสำรวจ 2) โครงการประเภททดลอง 3) โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ และ 4) โครงการสร้างทฤษฎี เป็นโครงการที่ได้เสนอทฤษฎี หลักการ หรือแนวความคิดใหม่ ๆ สำหรับการศึกษา รูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลัง ในครั้งนี้ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลองและประเภทสิ่งประดิษฐ์

การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

1. การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ (2558) กล่าวว่า การประเมินโครงการ เป็นการประเมิน โดยครูที่ปรึกษาโครงการ โดยประเมินความสำเร็จของโครงการในแต่ละขั้นตอน ก่อน-เสร็จสิ้นโครงการ ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง ประเมินความรู้ กระบวนการ พฤติกรรมของผู้เรียน ผลงาน และข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้จากการทำโครงการ

การประเมินโครงการเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญ และจำเป็นอีกอย่างหนึ่งในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการให้คะแนนโครงการที่นักเรียนทำ เพื่อประเมินว่าโครงการที่ทำนั้น มีคุณภาพในด้านต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป ในการประเมินโครงการโครงการแต่ละโครงการนั้น ผู้ประเมินต้องคิดพิจารณาและวิเคราะห์โครงการอย่างละเอียด รอบคอบ ครอบคลุมทุก ๆ ด้านก่อนให้คะแนน ตามปกติครูผู้สอนในรายวิชาจะเป็นผู้ประเมิน และให้คำแนะนำเพื่อเก็บคะแนนและตัดสินผลการเรียนหรือเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้ากำหนดให้การทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ หากมีการคัดเลือกโครงการเพื่อส่งไปจัดแสดงหรือส่งเข้าประกวด ในการจัดนิทรรศการทางวิชาการก็อาจประเมินโดยคณะกรรมการของสถานศึกษา ซึ่งอาจประกอบด้วยครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญจากสาขาวิชาอื่นที่มีความรู้และความชำนาญในเรื่องที่นักศึกษาทำ ส่วนการประเมินโครงการเพื่อตัดสินให้รางวัลในการประกวดโครงการในระดับที่สูงขึ้น เช่น การประกวดโครงการในระดับจังหวัด ระดับภาค หรือระดับประเทศ ซึ่งมีสถานศึกษาต่าง ๆ ส่งโครงการเข้าร่วมประกวดเป็นจำนวนมากนั้น ส่วนใหญ่มักจะประเมินโดยกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ จากบุคคลภายนอกที่ได้รับเชิญ การประเมินโครงการไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์ใด ก็จะมีหลักใหญ่ ๆ ที่คล้ายกัน จะแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน ซึ่งอาจใช้ได้หลายรูปแบบซึ่งผู้ประเมินอาจดัดแปลงได้ตามความเหมาะสม

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) กล่าวว่า การประเมินโครงการ ครูผู้สอนควรมีกรอบแนวทางในการประเมิน แบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

1. ประเมินอะไรซึ่งจะเป็นการประเมินตั้งแต่การเลือกหัวข้อ เนื้อหาสาระ กระบวนการทำงาน กระบวนการเรียนรู้ ผลงานหรือชิ้นงานที่เกิดขึ้น
2. ประเมินเมื่อใด โดยทั่วไปแล้วควรแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ช่วง คือ เริ่มต้นระหว่างและหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว

3. ประเมินโดยวิธีใด วิธีการที่ใช้ในการประเมินอาจเป็นรายงาน ชิ้นงาน ผลงาน แบบบันทึก แบบวัด แบบสัมภาษณ์ และทดสอบความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการ แฟ้มสะสมงานหรืออื่น ๆ ที่เป็นร่องรอยหลักฐานที่สามารถวัดได้ เป็นต้น

4. ประเมินโดยใคร ผู้ประเมินควรเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทั้งตัวนักเรียนเอง เพื่อน ๆ ครู ผู้ปกครอง เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) กล่าวว่า การประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากทุกขั้นตอนของการปฏิบัติ โดยสังเกตจากการทำกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้และการปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน ซึ่งสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ประเมินได้จากการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 2-1 กิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ สมรรถภาพที่ประเมินได้

กิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้	สมรรถภาพที่ประเมินได้
1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง	<ul style="list-style-type: none"> - ความรู้ความเข้าใจในหลักการและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ - การศึกษาค้นคว้า - การใช้แหล่งเรียนรู้ - การแก้ปัญหา
2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - วิธีการทางวิทยาศาสตร์ - ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง และควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
3. กระบวนการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - การกำหนดปัญหา - การคิดวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา - การวางแผนการแก้ปัญหา - การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา - การตรวจสอบและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้
4. การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - การเขียนรายงาน - การจัดแสดงผลงาน

นอกจากนี้ผู้ประเมินสามารถสังเกตการณ์ทำกิจกรรมและกระบวนการเรียนรู้ที่สะท้อนสมรรถภาพของผู้เรียนในด้านการทำงานอย่างเป็นระบบซึ่งประกอบด้วย การวางแผนการปฏิบัติ การลงมือปฏิบัติ และการนำเสนอผลงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 การดำเนินงาน สมรรถภาพที่ประเมินได้

การดำเนินงาน	สมรรถภาพที่ประเมินได้
1. การวางแผนที่มีการกำหนดปัญหา และจุดประสงค์การทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> - การกำหนดปัญหาตามความสนใจ - การศึกษาหาความรู้ การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา - การกำหนดจุดประสงค์ การทำนายผล - การออกแบบวิธีการและขั้นตอนการทำงาน - การเลือกวัสดุและอุปกรณ์
2. การลงมือปฏิบัติ	<ul style="list-style-type: none"> - การปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ - การใช้เครื่องมือหรือวัสดุและอุปกรณ์การทดลองอย่างถูกต้อง เหมาะสม - การบันทึกข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลอย่างมีเหตุผล - การลงข้อสรุปและการให้ข้อเสนอแนะเพื่อการประยุกต์ใช้
3. การนำเสนอผลงาน	<ul style="list-style-type: none"> - การเขียนรายงานที่มีแบบแผนตามหัวข้อที่กำหนด ในรายงาน เช่น บทคัดย่อ หลักการและเหตุผล ความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน วิธีการศึกษา สรุปและอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ - การจัดแสดงผลงาน โดยใช้ทักษะหลายด้านผสมผสานกันเช่น การจัดป้ายนิเทศ การสาธิต การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี การสื่อสารทั้งการพูด การอ่านและการเขียน

สรุปได้ว่า การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ควรประเมินให้ครบ 3 ชั้น ได้แก่ การประเมินผลการเตรียมดำเนินงาน การประเมินผลการดำเนินงาน และการประเมินผลเมื่อโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว และควรวางแผนการประเมินว่าจะใช้เครื่องมือใด และประเมินโดยใคร ในการประเมินแต่ละชั้น ซึ่งในการวิจัยนี้จะประเมิน โครงงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ชั้น โดยนักวิจัย

และครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะประเมินโดยแบบประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

ศศิธร ศรีเวงเขต (2550) กล่าวว่า คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์หมายถึง ผลการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นผู้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ของเรื่อง เนื้อหาของโครงการงานวิทยาศาสตร์ กระบวนการทำงาน และการนำเสนอ

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) กล่าวว่า ลักษณะของโครงการงานที่ตีพิมพ์ได้จาก

1. เป็นโครงการงานที่คิดโดยเด็กตั้งแต่ปัญหาที่ต้องการศึกษา
2. มีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการคิดหาคำตอบเพื่อตอบคำถามว่าทำอะไร ทำไปทำไม และทำเพื่ออะไร

3. มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนที่ง่ายไปจนถึงระดับที่ยากหรือสูงขึ้นเพื่อเจาะลึกไปในการหาคำตอบที่สมบูรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น หรือเรียกว่ารู้รอบรู้ลึกนั่นเอง ในขั้นนี้เป็นการกำหนดวิธีการที่จะศึกษาค้นคว้าหลากหลาย เช่น ใช้วิธีการสังเกต การสัมภาษณ์ สอบถาม ฟังบรรยาย ศึกษาจากเอกสาร ตำรา ทัศนศึกษา ศึกษาจากสถานการณ์จริง อุปกรณ์จริง ฯลฯ ทั้งนี้ นักเรียนที่ทำโครงการงานจะได้เรียนรู้อย่างหลากหลายตามความถนัดของตนเองหรือกลุ่ม และได้รู้ว่าการค้นหาคำตอบมิใช่มีวิธีเดียวหรือคำตอบเดียวเสมอไป ดังนั้นการวางแผนเป็นขั้นตอนที่สำคัญ การเลือกวิธีการศึกษาจะต้องเหมาะสมกับลักษณะของโครงการงานที่จะทำภายใต้ข้อจำกัดและวิสัยที่นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ นักเรียนต้องรู้จักคิดและตัดสินใจเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองและกลุ่มเพื่อนที่ทำโครงการงานร่วมกัน โดยมีครูผู้สอนหรือครูพี่เลี้ยงให้คำแนะนำปรึกษาช่วยเหลือสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามวิธีการที่เขาเลือกให้ได้มากที่สุด โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ใกล้ตัวให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งตัวบุคคล สถานที่ และภูมิปัญญาท้องถิ่น ฯลฯ

4. ในระหว่างที่ดำเนินการศึกษาค้นคว้าทั้งโครงการงานประเภทสำรวจ โครงการงานประเภททดลองหรือโครงการงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ หากมีปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการต้องรีบหาสาเหตุและแก้ปัญหาทันทีเพื่อให้โครงการงานนั้นสามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างสมบูรณ์

5. การบันทึกการศึกษาค้นคว้าจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสรุปหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการทำความเข้าใจ วิเคราะห์ สังเคราะห์ สัมพันธ์ เชื่อมโยง หาแนวโน้มและลงข้อสรุปผลของการดำเนินโครงการงานออกมาเป็นความรู้หรือข้อค้นพบที่ได้รับ ซึ่งรวมทั้งวิธีการที่ได้มาและผลที่ได้ค้นพบ

6. การนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทดลองจากการทำโครงการเป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ต่อการทำโครงการ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสร้างเสริมต่อยอดหรือจุดประกายความรู้ ความคิดที่ให้ผู้อื่นได้รับรู้ รับฟัง รับทราบ สามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ทำรูปเล่มรายงาน การนำเสนอในห้องประชุม การจัดนิทรรศการ การทำแผงโครงการ ทั้งในระดับชั้นเรียน โรงเรียน ชุมชน ระดับภูมิภาค ระดับชาติ

7. การเผยแพร่เป็นการบอกเล่าให้ผู้ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่เพื่อนนักเรียน ครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง และผู้สนใจทั่วไปได้รับรู้เกี่ยวกับผลของการศึกษาที่มีประโยชน์ โดยเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ วารสารวิชาการ และอื่น ๆ เพื่อเป็นการต่อยอดความคิดของเด็ก ๆ

กิ่งทอง ไบหยก (2544) ได้แบ่งเกณฑ์การประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
3. ทักษะการทำงานกลุ่ม

สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษาไทย (2546) ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ส่วนประกอบของรายงาน พิจารณาว่ามีส่วนประกอบต่อไปนี้ครบถ้วนหรือไม่
 - 1.1 ปกหน้า
 - 1.2 บทคัดย่อ
 - 1.3 ที่มาและความสำคัญ
 - 1.4 วัตถุประสงค์หรือปัญหาที่ศึกษา
 - 1.5 เอกสาร/ ความรู้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 1.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (สอดคล้องกับวัตถุประสงค์)
 - 1.7 วัสดุและอุปกรณ์ (ใช้/ สร้างวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง)
 - 1.8 วิธีดำเนินงาน (อธิบายโดยละเอียด)
 - 1.9 ผลการศึกษาค้นคว้า (ได้ผลอย่างไร สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

มีข้อเสนอแนะหรือไม่ อย่างไร)

1.10 เอกสารอ้างอิง (ระบุชื่อหนังสือ/ เอกสารที่ใช้ศึกษาค้นคว้า และเขียนถูกต้องตามหลักการ)

2. ความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจาก ความแปลก ความใหม่ ความคิดริเริ่ม ประโยชน์ในการนำไปใช้ และความน่าสนใจของปัญหา วิธีการและส่วนประกอบอื่น ๆ โดยภาพรวม

3. ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ พิจารณาจาก ความถูกต้องและความเหมาะสมของการกำหนดปัญหา สมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน การแปลผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

4. ความสามารถในการสื่อความหมาย พิจารณาจากการเขียนให้ผู้อ่านเข้าใจ รวมทั้งแปลผลและสรุปผล

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2545) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมิน โครงการงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ภาษาที่ถูกต้อง ชัดเจน เหมาะสม
2. การออกแบบสวยงาม ดึงดูดความสนใจ
3. ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
4. ลักษณะการทำงาน
 - 4.1 ความเพียรพยายาม
 - 4.2 ความรับผิดชอบ
 - 4.3 การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 4.4 การทำงานร่วมกับผู้อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 2 แบบ คือ การประเมินแบบภาพรวม และเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ย่อย ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม เป็นเกณฑ์การประเมินที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการสรุปผลเป็นช่วงเวลา เช่น 1 เดือน หรือ 1 ภาคเรียน หรือประเมินเมื่อทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เสร็จสมบูรณ์ เช่น การประเมินการวางแผน การปฏิบัติ

ตารางที่ 2-3 สิ่งที่ต้องประเมิน เกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์
เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. การวางแผน (กำหนดปัญหา จุดประสงค์หรือวิธีการเรียนรู้	- กำหนดปัญหาได้แต่ปัญหานั้นไม่ได้มาจากความสนใจของผู้เรียน (ผู้สอนต้องให้คำแนะนำจึงกำหนดปัญหาได้) และปัญหานั้นยังไม่สมบูรณ์หรือไม่ชัดเจน	ต้องปรับปรุง
	- กำหนดจุดประสงค์หรือกำหนดวิธีการเรียนรู้ไม่เป็นลำดับขั้นตอน	
	- กำหนดปัญหาได้เองโดยปัญหานั้นมาจากความสนใจของผู้เรียน แต่เป็นปัญหาที่ไม่อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้และปัญหาไม่ชัดเจน	พอใช้
	- กำหนดจุดประสงค์หรือกำหนดวิธีการเรียนรู้ไม่เป็นลำดับขั้นตอน	
	- กำหนดปัญหาได้เองจากความสนใจของผู้เรียน และเป็นปัญหาที่อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ระบุปัญหาได้ชัดเจน	ดี
	- กำหนดจุดประสงค์หรือกำหนดวิธีการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอน แต่บางส่วนไม่เหมาะสมหรือยังไม่ชัดเจนหรือยังไม่ครบถ้วน	
	- กำหนดปัญหาได้เองโดยเกิดจากความสนใจของผู้เรียนที่อยู่ในระดับที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ระบุปัญหาได้ชัดเจน	ดีมาก
- กำหนดจุดประสงค์หรือกำหนดวิธีการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เหมาะสม ครบถ้วนสมบูรณ์		

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
2. การปฏิบัติ	- ไม่ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ใช้เวลาทำกิจกรรมนานและผลลัพธ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์	ต้องปรับปรุง
	- ไม่ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้แต่เมื่อปฏิบัติผ่านไปจะวกกลับมาปฏิบัติตามแผนและกระทำอย่างไม่มีมั่นใจในบางครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามจุดประสงค์	พอใช้
	- ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้อย่างเป็นขั้นตอนแต่กระทำอย่างไม่มีมั่นใจในบางครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามจุดประสงค์	ดี
	- ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้อย่างเป็นขั้นตอน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามจุดประสงค์ใช้เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์การทดลองอย่างเหมาะสม บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง แปลความหมายข้อมูล สรุปและอภิปรายผลชัดเจน และให้ข้อเสนอแนะอย่างมีเหตุผล	ดีมาก
3. การเขียนรายงาน	- การเขียนรายงานขาดประเด็นสำคัญเป็นส่วนใหญ่ เขียนวกวน สับสน และข้อมูลบางส่วนไม่ถูกต้อง	ต้องปรับปรุง
	- เขียนรายงานทุกหัวข้อที่กำหนด แต่บางประเด็นยังไม่ชัดเจนและข้อมูลยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	พอใช้
	- เขียนรายงานทุกหัวข้อที่กำหนด เขียนอย่างเป็นขั้นตอน ข้อมูลถูกต้องและชัดเจน แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	ดี
	- เขียนรายงานทุกหัวข้อที่กำหนด เขียนอย่างเป็นขั้นตอน ข้อมูลถูกต้องและชัดเจน ครบถ้วนสมบูรณ์	ดีมาก

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
4. การจัดแสดงผลงาน	- จัดแสดงผลงานไม่ชัดเจน ขาดข้อมูลสำคัญ และนำเสนอด้วยป้ายนิเทศเท่านั้น	ปรับปรุง
	- จัดแสดงผลงานไม่ชัดเจน ข้อมูลไม่ครบถ้วน และนำเสนอด้วยการพูด การจัดป้ายนิเทศ การนำเสนอด้วยของจริงหรือแบบจำลอง	พอใช้
	- จัดแสดงผลงานอย่างชัดเจน แต่ข้อมูลไม่ครบถ้วนและนำเสนอด้วยการพูด การจัดป้ายนิเทศ การนำเสนอด้วยของจริงหรือแบบจำลอง การสาธิต การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดแสดงผลงาน	ดี
	- จัดแสดงผลงานงานอย่างชัดเจน ข้อมูลครบถ้วน และนำเสนอด้วยการพูด การจัดป้ายนิเทศ การนำเสนอด้วยของจริงหรือแบบจำลอง การสาธิต การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดแสดงผล	ดีมาก

2. เกณฑ์ประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย เป็นเกณฑ์การประเมินที่ใช้เพื่อการติดตาม และให้การช่วยเหลือในระหว่างทำงาน ผลการประเมินที่ได้เป็นข้อมูลป้อนกลับในการปรับปรุง หรือแก้ไขการปฏิบัติให้ถูกต้องก่อนที่จะทำกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นรายการประเมินจึงมี รายละเอียดแยกเป็นองค์ประกอบย่อย ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2-4 สิ่งที่ต้องประเมิน เกณฑ์การประเมิน ระดับคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์
เกณฑ์ประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
1. การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน และระบุ ความสัมพันธ์ของตัวแปร	- กำหนดปัญหาไม่ชัดเจน ไม่ตั้งสมมติฐาน และระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง	ต้องปรับปรุง
	- กำหนดปัญหาชัดเจน แต่ตั้งสมมติฐาน ไม่สอดคล้องกับปัญหา ระบุความสัมพันธ์ ของตัวแปรไม่ถูกต้องบางส่วน	พอใช้
	- กำหนดปัญหาชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้อง กับปัญหา และระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น และตัวแปรตามแต่ไม่ระบุตัวแปรควบคุม	ดี
	- กำหนดปัญหาชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้อง กับปัญหา และระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ดีมาก
2. การศึกษาข้อมูลหรือ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา	- มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปัญหาเป็นส่วนใหญ่	ต้องปรับปรุง
	- มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงพอ ในการแก้ปัญหา	พอใช้
	- มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และพยายามค้นคว้าจาก แหล่งข้อมูลที่หลากหลายแต่ยังไม่เพียงพอ ต่อการแก้ปัญหา	ดี
	- มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และพยายามค้นคว้าจาก แหล่งข้อมูลที่หลากหลายข้อมูลที่ได้เพียงพอ ต่อการแก้ปัญหา	ดีมาก

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
3. การปฏิบัติ	- ดำเนินกิจกรรมโดยไม่มีเป้าหมาย ไม่ทำกิจกรรมตามแผนที่กำหนดไว้	ต้องปรับปรุง
	- ดำเนินกิจกรรมตามเป้าหมาย แต่ทำกิจกรรมตามแผนเป็นบางส่วน	พอใช้
	- ดำเนินการทำกิจกรรมตามแผนที่กำหนด โดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตามที่ตั้งไว้ แต่ปฏิบัติได้ถูกต้องบางส่วน	ดี
	- ดำเนินการทำกิจกรรมตามแผนที่กำหนด โดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตามที่ตั้งไว้ และปฏิบัติได้อย่างราบรื่นถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	ดีมาก
4. การบันทึกข้อมูล	- บันทึกข้อมูลไม่ชัดเจน และบางส่วนไม่บันทึกตามที่เป็นจริง	ต้องปรับปรุง
	- บันทึกข้อมูลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาแต่ข้อมูลบางส่วนไม่ชัดเจนหรือยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์	พอใช้
	- บันทึกข้อมูลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและข้อมูลส่วนใหญ่ชัดเจน	ดี
	- บันทึกข้อมูลได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	ดีมาก
5. การจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล	- ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล แต่มีการแปลความหมายข้อมูลที่นอกเหนือจากข้อมูลที่มีและไม่ถูกต้อง	ต้องปรับปรุง
	- จัดกระทำข้อมูล แต่ยังไม่เป็นระบบ และแปลความหมายข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน	พอใช้
	- จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และแปลความหมายข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์	ดี

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
	- จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ และแปลความหมายข้อมูล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์	ดีมาก
6. การสรุปผล	- ไม่มีการสรุปผลจากการทำกิจกรรม หรือมีการสรุปผลแต่ไม่ตรงกับกิจกรรมที่เป็นจริง - สรุปผลตามข้อมูลที่เป็นจริงเป็นส่วนใหญ่ หรือการสรุปผลบางตอนไม่สอดคล้องกับข้อมูล และอธิบายไม่ชัดเจน - สรุปผลตามข้อมูลที่เป็นจริง อธิบายสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จริงตามที่บันทึก แต่การอธิบายยังไม่ครบถ้วน - สรุปผลตามข้อมูลที่เป็นจริง อธิบายได้ สอดคล้องกับข้อมูลที่มี และมีการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	ต้องปรับปรุง พอใช้ ดี ดีมาก
7. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	- โครงการที่ทำนี้เหมือนหรือคล้ายคลึงกับโครงการที่ตนเองเคยทำหรือผู้อื่นทำไว้แล้ว - โครงการที่ทำนี้มีการดัดแปลงและพัฒนาจากโครงการที่ตนเองเคยทำหรือที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว - โครงการที่ทำนี้มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์ แต่ยังขาดความน่าสนใจ - โครงการที่ทำนี้มีความแปลกใหม่ แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีประโยชน์ และน่าสนใจ	ต้องปรับปรุง พอใช้ ดี ดีมาก
8. การเขียนรายงาน	- รายงานข้อมูลไม่ครบถ้วนตามหัวข้อที่กำหนด หัวข้อที่รายงานขาดประเด็นสำคัญ - รายงานข้อมูลครบถ้วนทุกหัวข้อที่กำหนด แต่บางหัวข้อขาดประเด็นสำคัญ	ต้องปรับปรุง พอใช้

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ
	- รายงานข้อมูลครบถ้วนทุกหัวข้อที่กำหนด ระบุประเด็นสำคัญครบทุกหัวข้อ แต่ยังไม่ชัดเจน	ดี
	- รายงานข้อมูลครบทุกหัวข้อที่กำหนด ระบุประเด็นสำคัญชัดเจนทุกหัวข้อ	ดีมาก

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ (2557) ได้กำหนดเกณฑ์พิจารณาให้คะแนนตัดสินการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา-เอสไอ ดังนี้

1. การเขียนรายงาน
 - 1.1 องค์ประกอบการเขียนรายงานครบถ้วนสมบูรณ์
 - 1.2 เนื้อหาการเขียนรายงานถูกต้องตามหลักวิชาการ
 - 1.3 รูปแบบการเขียนรายงานเข้าใจง่าย
 - 1.4 การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. การนำเสนอผลงาน
 - 2.1 ความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน
 - 2.2 คุณภาพของสื่อ ทำให้มีความเข้าใจได้ง่าย
 - 2.3 วิธีการนำเสนอได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การตอบคำถามบ่งชี้ถึงการมีความรู้ ความเข้าใจ
3. การจัดแสดงผลงานโครงการ
 - 3.1 รูปแบบแผนการจัดแสดงโครงการตามที่กำหนดในกลุ่มมือ
 - 3.2 ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาที่นำเสนอ
 - 3.3 ความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ
 - 3.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดแสดงผลงาน
4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 4.1 ความแปลกใหม่ของปัญหาและการระบุตัวแปร
 - 4.2 ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง

- 4.3 การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ
- 4.4 การอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์
- 5. ประโยชน์ของโครงการ
 - 5.1 ความสามารถนำไปใช้งานได้จริง
 - 5.2 การเผยแพร่และประชาสัมพันธ์
 - 5.3 การประยุกต์โครงการเพื่อพัฒนาต่อยอด
 - 5.4 ความสอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เกณฑ์การประเมินคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์ ดังแสดง
ในตารางที่ 2-5

สรุปได้ว่า เกณฑ์การประเมิน โครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์ประเมินจากทุกขั้นตอนของการปฏิบัติ โดยประเมินว่าโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ทำขึ้นมาตรงมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยอาจเป็นเกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม หรือเป็นเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย ซึ่งงานวิจัยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง จะใช้เกณฑ์ 1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเรื่อง 2) การเขียนรายงาน 3) กระบวนการทำงาน 4) การนำเสนอผลงาน เพื่อพิจารณาคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับปรุงจากแบบประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ตัดสินการประกวดโครงการงานวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา-เอสไอ ของสำนักวิจัยและพัฒนาการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการ

ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ได้ถูกนิยามแตกต่างกันไปหลากหลายแง่มุม ผู้วิจัยได้นำเสนอ ดังนี้

Hopkins (1985) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การเชื่อมโยงระหว่าง การวิจัยกับการลงมือปฏิบัติ ซึ่งการปฏิบัติได้มาจากการค้นหาความรู้จากความจริง และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

Ebbutt (1985) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษาปัญหาอย่างเป็นระบบที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติ และสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ดีขึ้น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การรวบรวม หรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปอันนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยมีการปรับปรุง แก้ไข และดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์ หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

รัตนะ บัวสนธ์ (2552) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง เป็นการวิจัยที่มุ่งค้นหาความจริงเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนในชั้นเรียนของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาการสอนการสอนของคุณ ดังนั้นการวิจัยในชั้นเรียนจึงมีลักษณะเป็นสิ่งที่เดียวกันกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการดังที่พบว่าบางครั้งก็เรียกว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research)

สุวิมล ว่องวานิช (2553) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยที่ครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียน ได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อของครูและผู้เรียน

พิชิต ฤทธิจรูญ (2556) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยปฏิบัติการที่มีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการวางแผนแก้ปัญหา โดยศึกษาสภาพการณ์หรือปัญหาการเรียนรู้อที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน และครูแสวงหาวิธีการหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้อ ปฏิบัติการแก้ปัญหาหรือพัฒนา สังเกตผลหรือตรวจสอบผลการแก้ปัญหา และสะท้อนผลกลับต่อการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียน

วรรณดี สุทธิรินากร (2560) ได้ให้ความหมายการวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง แบบแผนความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มในการสะท้อนชีวิต และการทำงานเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงสภาพการณ์ให้มีความยุติธรรมโดยใช้หลักการทำความเข้าใจด้วยเหตุผล ค้นหาแนวทางในการปฏิบัติ สร้างตัวสอดแทรกที่มีพลัง ใช้ทฤษฎีให้เป็นประโยชน์ทั้งการทำความเข้าใจในปัญหา และการเปิดแนวทางไปสู่ทางเลือกใหม่ ลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงและสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อ

สรุปได้ว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การศึกษาปัญหาอย่างเป็นระบบที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติ และสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ดีขึ้นโดยผู้วิจัยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุง แก้ไขปัญหา และดำเนินการซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุจุดประสงค์ หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่ได้สำเร็จ

หลักการและวิธีการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

Lewin (1946) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. เป็นการวิจัยที่มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (It is change) ผู้วิจัยทำหน้าที่กำหนดเงื่อนไขในการปฏิบัติสู่การแก้ไขปัญหา สิ่งเหล่านี้ทำให้นบุคคลเกิดการตระหนัก (Awareness) ถึงการสร้างทางเลือกหรือโอกาสเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งใหม่ที่ดีกว่า

2. เป็นการวิจัยที่มีกระบวนการที่มีชีวิตชีวา (It is organic) ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัย ผสานเข้ากับระบบในรูปแบบของเกลียว (Spiral) วงจร (Circle) หรือวนซ้ำ (Loop) เริ่มจากการค้นหาความจริง (Fact finding) การสะท้อนผลจากการค้นหา (Reflection) การวางแผนเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง (Planning) การปฏิบัติตามแผน (Action) และการประเมินผลการปฏิบัติ (Evaluation)

3. เป็นการวิจัยที่เน้นความร่วมมือ (It is collaborative) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการจัดการให้เกิดความร่วมมือระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ระหว่างคนในและคนนอก และเป็นกระบวนการของการมีส่วนร่วม

Winter (1989) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิพากษ์เชิงสะท้อน (Reflexive critique) ผู้ร่วมวิจัยสามารถสะท้อนความจริงที่เกิดจากผลของการปฏิบัติ ปัญหาหรืออคติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะนำไปสู่การตีความและอธิบายความสัมพันธ์ในเชิงอำนาจ การสะท้อนผลจะช่วยยืนยันความจริงที่ปรากฏซึ่งนำไปสู่การพิจารณาสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่โดยใช้ฐานทางทฤษฎีช่วยในการอธิบาย

2. การวิพากษ์แบบวิภาษวิธี (Dialectical critique) ความเป็นจริงในทางสังคมต้องมีการตรวจสอบการปฏิบัติ (Reflection and action) เพื่อนำไปสู่การแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ จากกระบวนการตั้งคำถามถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น การวิพากษ์แบบวิภาษวิธีจะช่วยให้นักคนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล รวมทั้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ความเข้าใจดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการสร้างการเปลี่ยนแปลงให้เกิดขึ้น

3. สร้างทรัพยากรแห่งความร่วมมือ (Collaborative resource) ผู้ที่เข้าร่วมในโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะมีสถานะเป็นผู้วิจัยร่วม (Co-researchers) หลักการของความร่วมมือ คือแต่ละคนทำหน้าที่แบ่งปันความคิดอย่างเท่าเทียมกันบนพื้นฐานศักยภาพที่แท้จริง เพื่อร่วมกันตีความและอธิบายความหมายของสถานการณ์ ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล จัดหมวดหมู่ข้อมูล ทำความตกลงกันในกลุ่มนักวิจัยร่วม หลีกเลี่ยงการยึดมั่นในความคิดเดิม ๆ แบ่งปันความคิดที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การสร้างการเปลี่ยนแปลงร่วมกัน

4. การตระหนักในความเสี่ยง (Risk) ที่จะเกิดขึ้น กระบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากการค้นหาหนทางเพื่อทำการบางอย่าง บางครั้งอาจก่อให้เกิดความกลัวในกลุ่มนักปฏิบัติ ความกลัวที่เกิดจากอัตตา (Ego) ของตน ซึ่งก่อให้เกิดความหวาดหวั่นเมื่อต้องมีการอภิปรายในมุมที่เปิดเพื่อให้ทุกคนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเท่าเทียมกันและมีข้อวิจารณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้น ดังนั้นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการควรสร้างกระบวนการอภิปรายเพื่อเปิดโอกาสให้ทุกคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นตลอดกระบวนการวิจัย เพื่อให้ทุกวิจัยร่วมมีความคุ้นเคยและเรียนรู้ที่จะเปิดใจ

5. เป็นการทำงานในโครงสร้างที่หลากหลาย (Plural structure) โดยธรรมชาติของงานวิจัยมักมีมุมมองทางความคิดที่หลากหลาย ผู้คนที่มีอยู่ในกลุ่มมีความซับซ้อนของวัฒนธรรมย่อย (Sub culture) ข้อวิพากษ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอาจนำไปสู่การตีความที่แตกต่างการปฏิบัติที่หลากหลาย ในโครงสร้างควรมีการบันทึกเรื่องราวที่เกิดขึ้น การให้ความหมายที่เกิดจากการตีความที่ถูกต้อง ยุติธรรมจะนำไปสู่ความชัดเจน ข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดทางเลือกที่มากขึ้น การรายงานผลตลอดเส้นทางของการวิจัยจะสะท้อนถึงผลการปฏิบัติมากขึ้น การรายงานผลตลอดเส้นทางของการวิจัยจะสะท้อนถึงผลการปฏิบัติและสนับสนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการอธิบายผลในขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย

6. เป็นเรื่องของทฤษฎี การปฏิบัติ การเปลี่ยนแปลง (Theory, practice, transformation) นักวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้ทฤษฎีช่วยนำไปสู่การปฏิบัติ การปฏิบัติช่วยขัดเกลาทฤษฎีท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง หลักทฤษฎีและการปฏิบัติของผู้คนในกลุ่มเป็นสิ่งที่แสดงถึงฐานคติและความเชื่อ ความรู้จะเกิดขึ้นจากทฤษฎีที่ก่อตัวให้เห็นท่ามกลางกระบวนการของการเปลี่ยนแปลง โดยสามารถสังเกตผลได้จากการปฏิบัติที่รองรับด้วยฐานทฤษฎี นักวิจัยจะสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งเส้นทางของการปฏิบัติจะบ่งบอกถึงความถูกต้องตลอดวงจรของการสร้างการเปลี่ยนแปลง

McKernan (1991) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. เป็นการทำงานเพื่อแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ เป็นการขยายความรู้อย่างเป็นวิทยาศาสตร์
2. เป็นการเสริมสมรรถนะให้กับสมาชิกกลุ่ม
3. ยึดหลักความร่วมมือในการทำงาน
4. เป็นการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นในทางตรง
5. ใช้การสะท้อนข้อมูลกลับภายใต้กระบวนการวิจัยที่นักวิจัยได้ออกแบบเป็นวงจร
6. เป็นการค้นหาความเข้าใจในสถานการณ์ทางสังคมที่ซับซ้อน
7. เป็นการพัฒนาความเข้าใจในกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายใต้ระบบของสังคม
8. เป็นการทำงานอาสาภายใต้กรอบทางจริยธรรมที่ตกลงร่วมกัน
9. เป็นการพัฒนาความรู้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพของมนุษย์
10. เน้นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการลงมือปฏิบัติในทันทีทันใด
11. เป็นการศึกษาวิจัย
12. มีแนวโน้มของการหลีกเลี่ยงกระบวนการทัศน์ในการวิจัยที่ใช้การแยกและควบคุม

ตัวแปร

13. เป็นการปรับปรุงระหว่างการทำงานซึ่งดำเนินการภายหลังจากการศึกษาปัญหา กำหนดเป้าหมาย และระเบียบวิธีวิจัยที่เลือกในระหว่างการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

14. รวมการสะท้อนผลและการประเมินผลเข้าไปด้วยกัน

15. เป็นการสรรหาวิธีการวิจัยจากหลาย ๆ วิธีการ

16. เป็นการนำวิธีการวิจัยมาช่วยให้สมาชิกกลุ่มได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่ม

17. มีการสนทนาเพื่อการวินิจฉัยเรื่องราว

18. มีจุดประสงค์เพื่อวิพากษ์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

19. มีความพยายามสร้างความเป็นอิสระให้กับบุคคลและกลุ่ม

Zuber-Skerritt (1996) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้ การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการค้นหาความร่วมมือผ่านการวิพากษ์ตนเอง วิพากษ์กลุ่ม โดยใช้กระบวนการสะท้อนผลอันแสดงถึงความโปร่งใสของนักปฏิบัติการภายใต้การค้นหาความจริงที่ชัดเจน การประเมินตนเองจากการปฏิบัติ และการแก้ไขปัญหาส่วนรวมอย่างมีส่วนร่วม สะท้อนถึงพัฒนาการของการทำงานที่เป็นมืออาชีพ

Winter (1996) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิพากษ์เชิงสะท้อน (Reflexive critique) โดยวิพากษ์กลับไปกลับมาในลักษณะของการย้อนแย้ง กระบวนการนี้เป็นพื้นฐานของการสร้างสำนึกจากการเรียนรู้

2. การวิพากษ์อย่างวิภาษวิธี (Dialectic critique) เป็นหนทางในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติและการสะท้อนผลการปฏิบัติที่เกิดขึ้นท่ามกลางสถานการณ์ของการสร้างการเปลี่ยนแปลง

3. การสร้างความร่วมมือ (Collaboration) มีความหมายเพื่อช่วยให้ทุก ๆ คนได้มีพื้นฐานความเข้าใจในสถานการณ์ร่วมกัน

4. มีความเสี่ยงที่เกิดจากการถูกรบกวน (Risking disturbance) ขึ้นอยู่กับนักวิจัยว่าจะสามารถทำให้เกิดความเข้าใจ และการยอมรับกับการดำเนินการที่เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถทำให้บุคคลเต็มใจที่จะเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิจัย

5. การสร้างโครงสร้างที่มีความหลากหลาย (Creating plural structures) การเข้าร่วมกระบวนการวิพากษ์ ทำให้เกิดความหลากหลายทางความคิดมากกว่าการอธิบายหรือตีความโดยผู้มีอำนาจโดยลำพัง

6. ทฤษฎีและการปฏิบัติเป็นเรื่องภายในที่เกิดขึ้น เป็นการปฏิบัติการที่มีความเชื่อมโยงกับทฤษฎีซึ่งทั้งทฤษฎี และการปฏิบัติถือเป็นการสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยซึ่งกันและกัน

McNiff (2002) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. ทบทวนสภาพการของการปฏิบัติที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
2. อธิบายสิ่งที่ควรได้รับการปรับปรุง
3. จินตนาการหนทางที่เป็นไปได้
4. ทดลองและปฏิบัติ
5. เชื่อมร้อยเรื่องราวและสะท้อนผลว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง
6. ปรับปรุงผลและสร้างแผนงานให้เป็นแสงสว่างนำทางไปสู่การปฏิบัติจริง
7. ประเมินผลการปฏิบัติการที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงมาแล้ว
8. ทำต่อเนื่องจนกว่าปฏิบัติการในงานจะอึดตัว

Sagor (2005) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. การกำหนดวิสัยทัศน์ให้เข้าใจง่ายและกำหนดเป้าหมาย
2. การทำความเข้าใจโดยใช้ทฤษฎีอย่างเหมาะสม
3. การนำไปใช้ในการปฏิบัติและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสะท้อนผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลและนำไปสู่แผนการปฏิบัติการที่มีการแจ้งให้

ผู้ใช้ได้ทราบ

Kemmis and McTaggart (1992) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ดังนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกาเข้าถึงการปรับปรุงด้วยการให้การศึกษาใหม่เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงและเรียนรู้จากกระบวนการเปลี่ยนแปลง
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการมีส่วนร่วม (Participatory) โดยการวิจัยที่เกี่ยวกับการทำงานของผู้คนเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติที่ตนเองเป็นเจ้าของ
3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาไปตามเกลียวของการสะท้อนตนเอง (The self-reflective spiral) เกลียว คือ วงจรของการทำแผนปฏิบัติการ (แผนที่นำไปใช้ปฏิบัติ) การสังเกตอย่างเป็นระบบ การสะท้อนผล จากนั้นนำไปปรับแผนใหม่ ปฏิบัติ สังเกต และสะท้อนผล เป็นวงจรที่ดำเนินการต่อเนื่องในครั้งต่อ ๆ ไป
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการสร้างความร่วมมือ (Collaborative) ที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับ ความรับผิดชอบในการปรับปรุงการปฏิบัติ
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการสร้างชุมชนของการวิพากษ์ตนเอง (Self-critical community) ของกลุ่มคนที่เข้ามามีส่วนร่วมและช่วยเหลือกันในสถานที่ของการทำวิจัย มีการวางแผน การปฏิบัติการ สังเกตและการสะท้อนผล เป้าหมายเพื่อสร้างชุมชนที่มีความผูกพันท่ามกลางการตื่นรู้

(Enlightenment) จากการเรียนรู้ในสถานการณ์ ปฏิบัติการที่ทุกคนมีความเป็นเจ้าของจะทำให้ กลุ่มคนมีความเป็นอิสระ เป็นอิสระจากอำนาจเดิมที่ครอบคลุมอยู่ โดยสามารถดำรงชีวิตภายใต้ การจัดการศึกษาใหม่ มีค่านิยมทางสังคมที่เป็นไปตามทำนองคลองธรรม

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ (Systematic learning process) ทำให้บุคคลมีอิสรภาพ และตอบสนองต่อโอกาสที่มาเยือน

7. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับผู้คนในการทำทฤษฎี (Theorizing) เกี่ยวกับปฏิบัติการ ในสถานการณ์ของการวิจัยอันนำมาซึ่งความเข้าใจในความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสถานการณ์ ที่จากการปฏิบัติในชีวิตของการทำงานและชีวิตส่วนตัวที่ตนเองเป็นเจ้าของ

8. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดให้บุคคลเข้าสู่การปฏิบัติ มีการกำหนดแนวคิด และฐานคติเกี่ยวกับองค์กร/ สถาบัน เพื่อนำไปสู่การทดสอบ โดยการรวบรวมหลักฐานของ การสำรวจปัญหา หรือสถานการณ์ที่นำบุคคลเข้าสู่การปฏิบัติ เป็นการพิสูจน์ความคิดและฐานคติว่า ถูกหรือผิดในระหว่างการปฏิบัติ รวมทั้งพิสูจน์ในส่วนของความคิดที่มีมาตั้งแต่เบื้องต้น

9. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ทำให้คนเปิดใจหรือมีใจกว้างมากขึ้น (Open-minded) เกิดขึ้นจากการพิจารณาข้อมูลหรือหลักฐานที่บันทึกไว้ โดยสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น และเป็นไปอย่างถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตัดสินผลนั้น มีการสะท้อนผล ซึ่งจะก่อเกิดความประทับใจของผู้ปฏิบัติ

10. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการสร้างประสบการณ์ในการเดินทางของบุคคล ที่ได้บันทึกความก้าวหน้าของตนเองผ่านการสะท้อนตน เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติและการสะท้อนผล

11. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ต้องใช้ไหวพริบ มีภาวะที่เป็นการเมือง (Political process) เพราะเข้าไปเกี่ยวข้องกับการสร้างการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะมีผลกับบุคคลอื่น

12. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับผู้คนจากการวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ (Critical analyses) ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ในห้องเรียน โรงเรียน หรือในระบบต่าง ๆ ที่ผู้คนทำงานอยู่ สถานการณ์นี้เป็นสถานการณ์ที่อยู่ใน โครงสร้างทางสังคม

13. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเริ่มต้นที่วงเล็ก ๆ (Small cycle) มีการวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผล ซึ่งช่วยขัดเกลาปัญญาจากความคิดและฐานคติ ทำให้มองเห็นปัญหา แนวทางในการแก้ไขและลงมือแก้ไข รวมทั้งหนุนให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ และทำให้ การทำงานมีความก้าวหน้า โดยการตั้งคำถามที่ทรงพลัง (Power question)

14. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการทำงานกับคนกลุ่มเล็ก (Small group) โดยมีผู้ให้ความช่วยเหลือหรือสร้างความร่วมมือ ณ จุดเริ่มต้น และในที่สุดนำไปสู่การขยายขอบเขตที่กว้างขึ้น

จนกลายเป็นชุมชนนักปฏิบัติที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยซึ่งประสิทธิผลของการปฏิบัติที่มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยซึ่งประสิทธิผลของการปฏิบัติเกิดขึ้นจากปฏิบัติการที่ห้อมล้อมด้วยการตั้งคำถาม

15. การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีการบันทึกการปรับปรุงของกลุ่ม บันทึกการเปลี่ยนแปลงในกิจกรรมและการปฏิบัติ บันทึกการเปลี่ยนแปลงในภาษาและวิวาทะที่สมาชิกกลุ่มอธิบายหรือบรรยาย รวมทั้งตัดสินใจการปฏิบัติ การบันทึกการเปลี่ยนแปลงในความสัมพันธ์ทางสังคมและรูปแบบขององค์กร ซึ่งลักษณะของการปฏิบัติจะบันทึกถึงพัฒนาการของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ

16. การวิจัยเชิงปฏิบัติการยอมให้สมาชิกกลุ่มใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจด้วยเหตุผลในกระบวนการทำงานที่เป็นเหมือนการให้การศึกษาแก่มวลสมาชิก เนื่องจากมีการแสดงหลักฐานจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสะท้อนผลเชิงวิพากษ์ในปฏิบัติการวิจัยที่ช่วยให้กลุ่มได้พัฒนาได้ทดลองปฏิบัติ และได้สำรวจตรวจสอบเชิงวิพากษ์ด้วยเหตุผลและผลว่าบุคคลได้ทำอะไรลงไปบ้าง

จุดเน้นที่สำคัญของมโนทัศน์ และหลักการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ ความร่วมมือและกิจกรรมความร่วมมือ ภาพที่แสดงจิตวิญญาณของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ กิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง และสำนึกที่เปลี่ยนแปลงของบุคคลที่โยงอยู่กับการทำงานของกลุ่ม ในมุมมองครูเป็นการขับเคลื่อนการทำหน้าที่ของครูนักวิจัย ครูสามารถบอกตนเองได้ว่าอะไรคือ ปัญหาของตนเอง และจะแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างไร

ขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ

พิชิต ฤทธิจรูญ (2556) ได้กล่าวว่า การวิจัยในชั้นเรียนมีขั้นตอนการดำเนินงานสำคัญ ๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ขั้นตอนนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ จะทำให้ครูนักวิจัยทราบปัญหาหรือความต้องการจำเป็นที่ต้องดำเนินการแก้ไขหรือพัฒนาการเรียนรู้ ปัญหาการเรียนรู้อาจได้มาจากการสังเกต การสอบถาม การประเมินจากผู้เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ หรือตรวจผลงานของนักเรียน การใช้ข้อมูลชัดเจน (Hard data) เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ การใช้แผนผังความคิด (Mind mapping) หรือการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม

การดำเนินการตามขั้นตอนที่ 1 นี้ จะช่วยให้ครูนักวิจัยสามารถรู้ปัญหาการเรียนรู้ที่ชัดเจนและกำหนดปัญหาวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ได้อย่างเฉพาะเจาะจง และชัดเจน เพื่อศึกษาหาคำตอบและเป็นแนวทางในการวางแผนหรือดำเนินการวิจัยต่อไป

2. การเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาจากขั้นตอนที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ได้แล้ว ครูนักวิจัยจะต้องเลือกนวัตกรรมการเรียนรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหาการเรียนรู้ ซึ่งครูนักวิจัยสามารถสร้างหรือจัดหาได้ด้วยตนเอง

3. การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนนี้ จะช่วยให้ครุ นักวิจัยมองเห็นภาพ โครงสร้างส่วนประกอบของนวัตกรรมทั้งหมด ซึ่งจะสะดวกต่อการสร้าง หรือจัดทำต่อไป เมื่อออกแบบเสร็จแล้วก็ลงมือสร้างหรือจัดทำนวัตกรรมตามแบบหรือโครงร่าง ที่กำหนดไว้ หากต้องการได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพ มีความเชื่อมั่นต่อการนำไปใช้มากขึ้น ครูนักวิจัย อาจให้เพื่อครูหรือผู้รู้ช่วยตรวจสอบ พิจารณานวัตกรรมก่อนที่จะดี แล้วปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของผู้ตรวจสอบถือว่าเป็นการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมก่อนที่จะนำไปใช้จริงซึ่งจะช่วยให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพมากขึ้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบหรือวาง โครงร่างนวัตกรรมก็คือ ได้แบบหรือ โครงร่างของ นวัตกรรมซึ่งอาจประกอบด้วย ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ คำชี้แจง ขั้นตอนการปฏิบัติ การประเมินผล และบันทึกผลการปฏิบัติ

4. การใช้นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาเป็นขั้นตอนของการนำนวัตกรรม หรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ หรือจัดการเรียนการสอนโดยใช้นวัตกรรม วิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา ที่ได้จัดทำไว้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาการเรียนรู้หรือต้องการพัฒนาตามระยะเวลา ที่กำหนดไว้ แล้วสังเกตผล (Observe) หรือเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

5. การสรุปและรายงานผล เป็นขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย ข้อค้นพบหรือผลการ แก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แล้วเขียนไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติงานไว้ในรูปของ รายงานการวิจัยโดยอาจเขียนแบบไม่เน้นวิชาการ แบบกึ่งวิชาการหรือแบบเชิงวิชาการก็ได้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะการดำเนินงาน เช่นเดียวกับการวิจัยทางการศึกษาทั่วไป เพียงแต่กำหนดขอบเขตการวิจัยภายในห้องเรียนเท่านั้น ซึ่งมีความขัดแย้งกับแนวคิด กระบวนการ รูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการของนักวิชาการ ต่างประเทศ คือ การวิจัยปฏิบัติการนั้นจะหมายถึง การแสวงหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้านการศึกษา ที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติจริง และประเด็นสำคัญ คือ การวิจัยปฏิบัติการมีการดำเนินการในลักษณะ บันไดเวียน และเป็นการวิจัยที่ต้องอาศัยความร่วมมือ ตลอดจนสามารถดำเนินการวิจัยได้ หลายระดับทั้งในระดับห้องเรียนและระดับ โรงเรียน

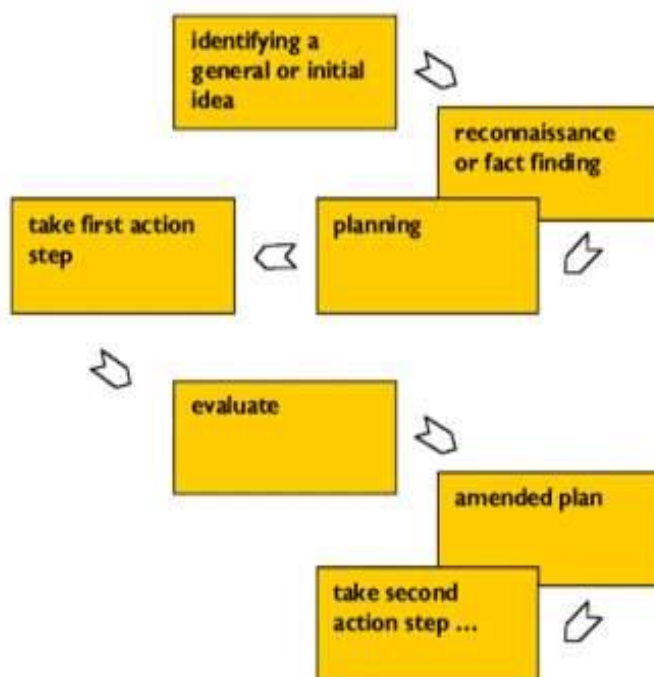
รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ

วรรณดี สุทธิชินรากร (2556) และ ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้นำเสนอรูปแบบการวิจัย ปฏิบัติการ (Model) มากมายหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจะนำเสนอบางรูปแบบดังนี้

1. การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Lewin

Lewin (1946) ได้พัฒนากระบวนการวิจัยวิจัย 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจปัญหา เพื่อนำไปสู่การวางแผน (Plan) เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง การลงมือปฏิบัติการตามแผน (Action) ผลจากการปฏิบัติซึ่งนำไปสู่การค้นพบความจริง (Fact finding) ซึ่งต่อมากระบวนการวิจัยได้พัฒนา

สู่รูปแบบของเกลียว (Spiral) คือ การระบุปัญหาที่เกิดขึ้น (Identifying a general) แล้วทำการสำรวจ เพื่อค้นหาปัญหาและสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อนำไปสู่การวางแผนแก้ไขปัญหา (Planning) จากนั้นจึงปฏิบัติตามแผน ซึ่งเป็นการปฏิบัติครั้งแรก (Take first step) มีการประเมินผลของการปฏิบัติ (Evaluation) และปรับแผนให้ดีขึ้นกว่าเดิม (Amended plan) แล้วจึงทดลองปฏิบัติตามแผนเป็นครั้งที่สอง (Take second action step) โดยวงจรดังกล่าวหมุนวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าผู้ปฏิบัติงานเห็นว่าอึดตัว ปราบภูรายละเอียดรายละเอียดคังภาพที่ 1



ภาพที่ 2-1 กระบวนการวิจัยของ Lewin (1946)

Lewin (1946) อธิบายจุดสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า จำเป็นต้องสร้างการมีส่วนร่วมของกลุ่ม (Group participation) เพราะเป็นกระบวนการของระบบประชาธิปไตย พื้นฐานสำคัญในการทำงานของกลุ่ม คือ การวางแผนอย่างระมัดระวัง มีการวิเคราะห์ค้นหาความจริง และประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นวิธีการเชิงระบบที่มีเหตุผล นัยสำคัญของการทำงาน คือ การแสวงหาความร่วมมือ (Collaboration) และพลวัตของกลุ่ม (Group dynamics) ไปตามวงจรของการปฏิบัติ (Cycles of action) มีเกลียวของการสะท้อนผล (Spiral of reflection) คำที่ใช้เหล่านี้มักพบในกลุ่มนักการศึกษาที่ใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไข้ปัญหา และกลุ่มนักวิทยาศาสตร์สังคมและการศึกษาที่อิงแนวปฏิฐานนิยม (Positivist educational and social scientists)

จุดเด่นการวิจัยปฏิบัติการของ Lewin

การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Lewin มีจุดเด่นที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เป็นลักษณะการศึกษาซ้ำ ๆ ทำให้ได้คำตอบที่แน่นอน เชื่อถือได้
- 2) มีการวางแผน เตรียมการดำเนินงานก่อนลงมือปฏิบัติจริง
- 3) ในระหว่างการปฏิบัติจะใช้การสังเกตประกอบการพิจารณา
- 4) มีการสะท้อนข้อมูลกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขสิ่งที่ดำเนินการไปแล้ว
- 5) การปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขใด ๆ จะดำเนินการปรับเปลี่ยนที่แผนการดำเนินงาน
- 6) เหมาะกับการปรับเปลี่ยนปรับปรุงหรือแก้ไขแต่ละประเด็น แต่ละปัญหาหรือแต่ละเรื่อง เมื่อแก้ไข ปรับปรุง หรือปรับเปลี่ยนได้แล้ว จึงจะเริ่มดำเนินการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนในประเด็นอื่นต่อไปได้

7) ผู้ปฏิบัติการเป็นบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ทำการวิจัยอย่างแท้จริง

จุดบกพร่องการวิจัยปฏิบัติการของ Lewin

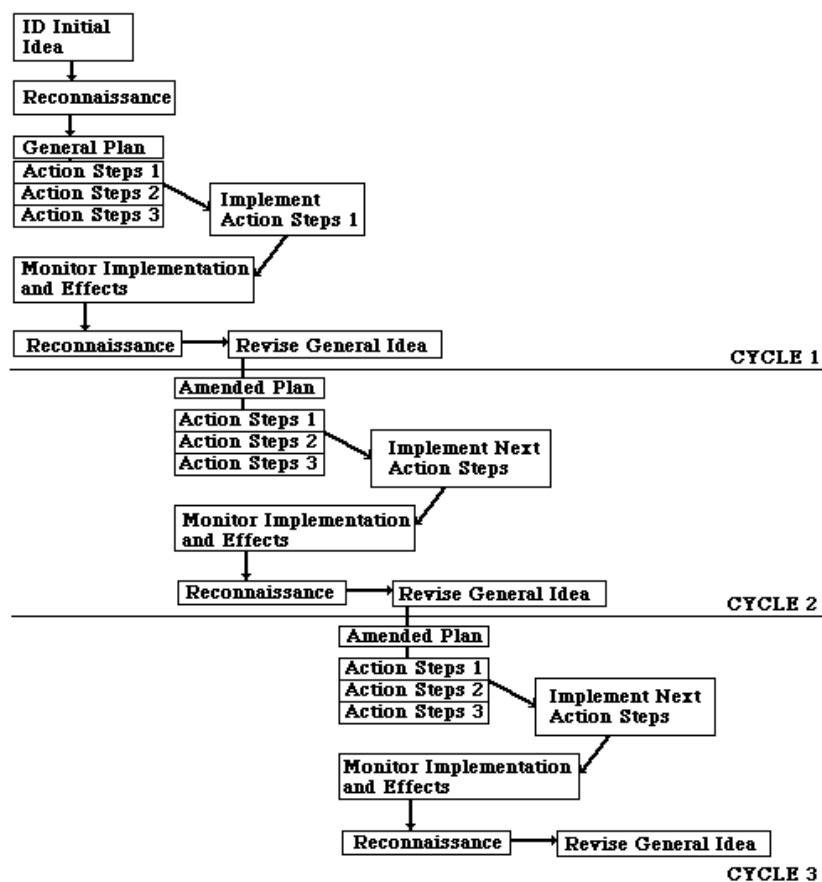
การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Lewin มีจุดบกพร่องที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ใช้เวลานานในการดำเนินงานแต่ละประเด็น แต่ละปัญหา รวมทั้งต้องทำซ้ำจนกว่าจะได้คำตอบที่แน่นอนจึงจะเริ่มปฏิบัติการในวงจรใหม่ต่อไปได้
- 2) การแก้ไขใด ๆ จะกระทำได้เฉพาะขั้นตอนการวางแผนเท่านั้น ไม่สามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขที่ขั้นตอนการปฏิบัติ
- 3) ความลำเอียงของผู้ปฏิบัติการมีมาก เนื่องจากใช้การสังเกตประกอบการพิจารณา โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผู้ปฏิบัติการสังเกตไม่ครอบคลุมหรือไม่ชัดเจนมากพอ อาจทำให้การสรุปผลผิดพลาดได้
- 4) การสะท้อนกลับของการดำเนินงาน จะสะท้อนกลับได้ต่อเมื่อดำเนินการปฏิบัติเสร็จสิ้นแล้ว แต่ไม่สามารถสะท้อนกลับในขั้นตอนการวางแผน
- 5) วงจรการดำเนินงานเป็นลักษณะเดินหน้าตลอด จะทำซ้ำต่อเมื่อต้องการยืนยันคำตอบหรือเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ทำให้ไม่มีการตรวจสอบสองทางในการดำเนินงานมีเพียงการตรวจสอบทางเดียวเท่านั้น
- 6) ปัญหาทางการศึกษา หรือปัญหาในชั้นเรียนไม่ได้เกิดขึ้นที่ละปัญหาหรือแยกขาดจากกัน เมื่อแก้ไขปัญหานึงได้ จึงจะเริ่มต้นแก้ไขปัญหาต่อไปได้ ซึ่งกว่าจะดำเนินการแต่ละประเด็นให้เสร็จสิ้นย่อมเสียเวลามาก อาจทำให้ปัญหาที่รอการแก้ไขไม่ทันการณ์ได้
- 7) ผู้ปฏิบัติการที่ไม่มีความอดทน หรือไม่มีความมุ่งมั่นมากพอ อาจดำเนินการวิจัยปฏิบัติการไม่เสร็จสมบูรณ์ อาจละทิ้งการดำเนินงานวิจัย หรือดำเนินการวิจัยเพียงวงจรเดียวแล้วไม่ดำเนินซ้ำเพื่อยืนยันคำตอบ

2. การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Elliott

Elliott (1991) ได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Lewin ให้มีความแตกต่างไปจากเดิม เนื่องจากเห็นว่า ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการควรเริ่มต้นด้วยการให้ผู้วิจัยคาดหวังว่าความคิดทั่วไปเป็นสิ่งกำหนดความก้าวหน้าส่วนการสำรวจข้อมูลคือการแสวงหาข้อเท็จจริงและการปฏิบัติ คือ ขั้นตอนที่ดำเนินการต่อไป Elliott ยืนยันในแนวความคิดของตนเองที่จะปรับเปลี่ยนขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Lewin โดย Elliott มีความรู้สึกว่าความคิดทั่วไปนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ การสำรวจข้อมูลควรจะมีข้องเกี่ยวกับการวิเคราะห์ในลักษณะเช่นเดียวกับการแสวงหาข้อเท็จจริง และจะยังคงดำเนินการต่อไปในวงจรของกิจกรรม มากกว่าการที่จะเกิดขึ้นเฉพาะในขั้นตอนเริ่มต้นเท่านั้น

ขั้นตอนการปฏิบัติตามแผนงานนั้น จะไม่มีการประเมินผลการปฏิบัติงานจนกว่าจะมีการติดตามผลเกี่ยวกับขอบข่ายของการนำแผนงานไปใช้ อย่างไรก็ตามแนวคิดของ Elliott ยังคงไม่แตกต่างไปจากแนวคิดของ Lewin โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยที่ยังคงอยู่ในลักษณะบันไดเวียน ปรากฏรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2-2 กระบวนการวิจัยของ Elliot (1991)

Elliott ได้ให้ความสำคัญในการวิจัย คือ คุณธรรมที่เกิดขึ้นจากการตระหนักรู้ในคุณค่าของการปฏิบัติ รวมทั้งเห็นว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการด้านการศึกษาเป็น “การสร้างครุนักวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมากกว่าการสร้างหลักการทางวิชาการ” Elliott จึงพยายามสนับสนุนให้ครูทำวิจัยบนงานที่ปฏิบัติอยู่รวมทั้งพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีโดยได้รับแรงบันดาลใจจากแนวคิดของ Aristotle เขาใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) ในการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนที่มีทฤษฎีรองรับ และยังใช้กระบวนการสะท้อนตนเอง (Self-reflective process) เป็นแนวทางในการปฏิบัติและเชื่อมโยงโลกของทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติ กระบวนการสะท้อนผลจะปรากฏอยู่ในขั้นตอนการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการปฏิบัติไปจนถึงบทสุดท้ายของการวิจัย พื้นฐานการคิดดังกล่าวแตกต่างจากแนวคิดการวิจัยทางการศึกษาทั่วไป คือ การมุ่งสู่การสร้างความเป็นมืออาชีพ (Professional education research) ซึ่งคำว่า การวิจัยทางการศึกษาที่มุ่งความเป็นมืออาชีพให้ความสำคัญกับนักวิจัยคนนอกมากกว่านักวิจัยคนใน

จุดเด่นการวิจัยปฏิบัติการของ Elliott

การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Elliott มีจุดเด่นที่สำคัญ ดังนี้

1) มีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของสิ่งที่จะดำเนินการวิจัย ก่อนเริ่มปฏิบัติการซึ่งจะทำให้มีความชัดเจนในสิ่งที่ทำวิจัยมากยิ่งขึ้น

2) แผนการดำเนินงานมีการแยกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ ทำให้ผู้วิจัยมีทางเลือกในการปฏิบัติการวิจัย รวมทั้งทำให้ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในแต่ละกิจกรรมย่อยที่ชัดเจนขึ้น

3) การตรวจสอบผลการดำเนินงานวิจัยใช้การติดตามดูแลการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อดูความก้าวหน้าของผลการดำเนินงานว่าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้สึกไม่เครียดหรือวิตกกังวลมากนัก

4) เหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก ๆ หรือเป็นปัญหาทางการศึกษาที่มีความหลากหลาย หรือเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันในแต่ละปัญหา

5) ผู้วิจัยมีทางเลือกในการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าจะเลือกปฏิบัติการในกิจกรรมย่อยใดก่อน-หลัง

จุดบกพร่องการวิจัยปฏิบัติการของ Elliott

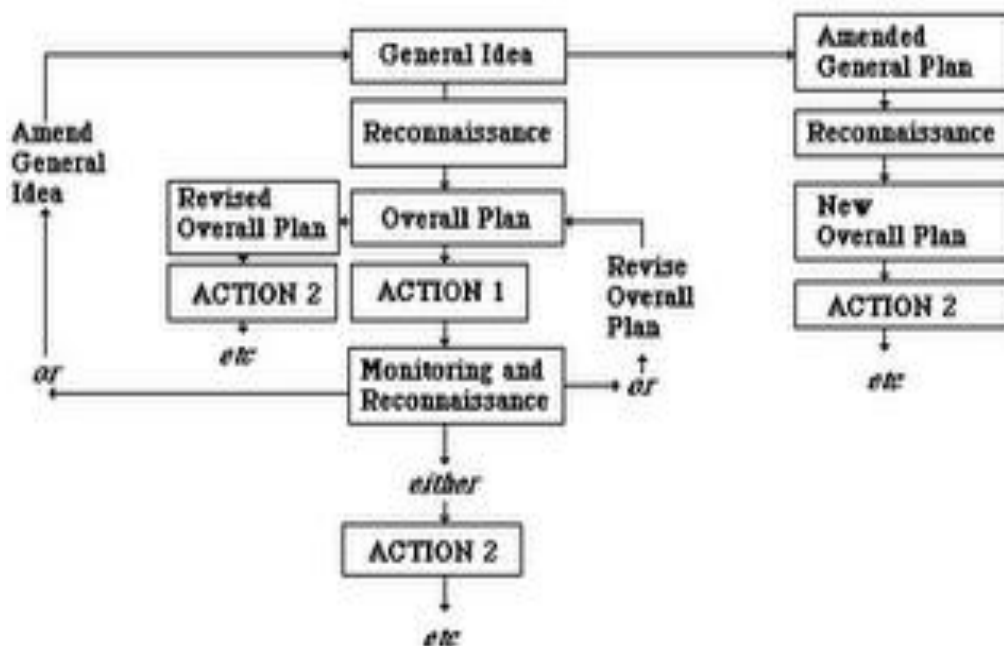
การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Elliott มีจุดบกพร่องที่สำคัญ ดังนี้

1) เสียเวลานานกว่าจะเริ่มดำเนินการวิจัยได้ เนื่องจากต้องมีการวิเคราะห์จุดบกพร่องของปัญหาที่จะดำเนินการวิจัยให้ได้ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัยปฏิบัติการ ซึ่งถ้าหากนักวิจัยดำเนินการขั้นตอนนี้ไม่ชัดเจน จะทำให้ขั้นตอนอื่น ๆ มีความผิดพลาดตามไปด้วย

- 2) การตรวจสอบผลการปฏิบัติการวิจัย มีการปรับปรุงหรือแก้ไขที่จุดมุ่งหมาย ซึ่งทำให้ต้องปรับเปลี่ยนแผนงานใหม่ทั้งหมด ส่งผลไปถึงกิจกรรมย่อยที่บางกิจกรรมย่อย ยังไม่ได้ดำเนินการต้องมีการยุบเลิก หรือปรับเปลี่ยนใหม่ตามไปด้วย
- 3) มีการทำซ้ำในวงจรที่ใหญ่มาก ทำให้ใช้เวลามากในการปรับเปลี่ยนแต่ละกิจกรรมย่อย
- 4) การปรับปรุงแก้ไขใด ๆ จะกระทำที่แผนงานใหญ่ ทำให้กิจกรรมย่อยที่เตรียมไว้ บางครั้งไม่ได้ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย
- 5) การปฏิบัติการวิจัยในแต่ละกิจกรรมย่อย ดำเนินการได้ที่ละกิจกรรมย่อย ไม่สามารถ ดำเนินการวิจัยปฏิบัติการพร้อมกันได้หลาย ๆ กิจกรรมย่อย

3. การวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Ebbutt

Ebbutt (1985) ได้วิเคราะห์ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Kemmis และ Elliott Ebbutt กล่าวว่า ในการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการตามขั้นตอนที่เสนอโดย Lewin, Kemmis และ Elliott นั้นพบว่า การที่ผู้วิจัยต้องการที่จะย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง ผู้วิจัยจะต้อง ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนเดิม Ebbutt กล่าวว่า แนวทางที่เหมาะสมในการวิจัยปฏิบัติการ คือ การพิจารณาถึงความเหมาะสมของขั้นตอนที่กระทำสำเร็จ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีความเป็นไปได้ ในการให้ข้อมูลย้อนกลับขณะดำเนินการ Ebbutt เห็นว่าการปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวิจัย ปฏิบัติการนั้นมีความคล้ายคลึงกันอย่างมากกับแนวทางการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และการทำงานตามปกติของอวัยวะต่าง ๆ กล่าวคือ เมื่อสิ่งใดกระทำเสร็จแล้วไม่ต้องอาศัยการให้ ข้อมูลย้อนกลับดังรูปแบบบันไดเวียน ดังนั้นรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการที่ใช้ในการศึกษานั้น ปรากฏรายละเอียดครายละเอียดดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2-3 กระบวนการวิจัยของ Ebbutt (1985)

จากรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการสรุปได้ว่า ในการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการมีการดำเนินการในลักษณะบันไดเวียน และเป็นการวิจัยที่ต้องอาศัยความร่วมมือ สามารถดำเนินการวิจัยได้ในระดับห้องเรียนและระดับ โรงเรียน ซึ่งรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังดำเนินการตามรูปแบบของ Elliott เนื่องจากรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการนี้เป็นรูปแบบที่เอื้อต่อการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีการนำครูในหลายสาขาวิชามาร่วมกันจัดกิจกรรม ทั้งนี้เนื่องจาก Elliott ได้ให้ความสำคัญกับการสร้างครุฑนักวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนมากกว่าการสร้างหลักการทางวิชาการ และในการดำเนินการจัดกิจกรรมมีการดำเนินการแยกเป็นกิจกรรมย่อย ๆ ทำให้ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยในแต่ละกิจกรรมย่อยที่ชัดเจนขึ้น และเนื่องจากบางโครงงานวิทยาศาสตร์เป็น โครงงานที่อาจเป็นปัญหาที่ซับซ้อนมาก รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการนี้จะช่วยให้สามารถเลือกดำเนินการวิจัยตามกิจกรรมย่อย ๆ ที่วางไว้ เลือกปฏิบัติในกิจกรรมใดก่อน-หลัง ทำให้ผู้วิจัยดำเนินการได้ตามแผนงานที่วางไว้ได้อย่างเป็นขั้นตอน

แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

1. ความหมายของการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

การวิจัยแบบร่วมมือ (Collaborative research) หรือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบรวมพลัง (Collaborative action research) คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการวิจัย คือ การสร้างความร่วมมือร่วมใจของครูในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เมื่อครูทำวิจัยได้ข้อค้นพบอย่างไรก็นำมาเผยแพร่ สะท้อนผลการวิจัยนำไปสู่การปฏิบัติงาน (สุวิมล ว่องวานิช, 2553)

Knight, Wiseman and Cooner (2001) กล่าวว่า การวิจัยแบบร่วมมือเป็นการสร้างการเชื่อมต่อกันระหว่างงานวิจัย ทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติงาน ความร่วมมือกันของครูหลาย ๆ คน ทำให้สามารถบูรณาการในการนำข้อมูลการวิจัยไปใช้ในชั้นเรียนได้ ความร่วมมือของครูหลายคนในการสร้างเครื่องมือวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในกระบวนการวิจัยนั้นทำให้มั่นใจได้ว่าการเรียนการสอนและการวัดผลผู้เรียนมีความสอดคล้องกัน นอกจากนี้ยังทำให้มั่นใจได้ว่าวิธีการหรือนวัตกรรมที่ครูนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นมีความสอดคล้องกับความต้องการจำเป็นของผู้เรียน จากผลการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นถึงความจำเป็นที่สถานศึกษาต้องสร้างบรรยากาศทำงานแบบร่วมมือขึ้นในสถานศึกษา เพื่อให้การวิจัยเชิงปฏิบัติการของครูมีประสิทธิภาพมากขึ้นมากกว่าให้ครูแต่ละคนทำวิจัยเฉพาะตัวเองเพียงลำพัง

Cresswell (2012) ได้อธิบายถึงความสำคัญของการวิจัยแบบร่วมมือว่า เป็นกระบวนการทำงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบที่ทำให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันเกิดความสัมพันธ์แบบร่วมมือและเกิดการสื่อสารที่ดีระหว่างทั้งครูในสถานศึกษา และคนภายนอก เช่น อาจารย์ที่เป็นนักวิจัยในมหาวิทยาลัย ผู้ปกครอง ผู้บริหาร เป็นต้น ตัวอย่างเช่น บทบาทของอาจารย์จากภายนอกไม่ใช่เพียงแค่เข้ามาเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนเท่านั้น แต่ควรเข้ามาร่วมทำโครงการวิจัยกับครูและฝ่ายต่าง ๆ ในโรงเรียน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การวิจัยแบบร่วมมือ (Collaborative research) หรือการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบรวมพลัง (Collaborative action research) คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยครูหลายคนและผู้เรียนที่มีเป้าหมายสำคัญร่วมกันในการวิจัย คือ การสร้างความร่วมมือร่วมใจของครูและผู้เรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เมื่อครูและผู้เรียนร่วมกันทำวิจัยได้ข้อค้นพบอย่างไรก็นำมาเผยแพร่ สะท้อนผลการวิจัยนำไปสู่การปฏิบัติงาน

2. การวางแผนการวิจัย

สุวิมล ว่องวานิช (2553) ได้เสนอการวางแผนการวิจัย ว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่สำคัญหลายประการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน คือ ปรากฏการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน หรือสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลให้การเรียนการสอนไม่บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด การวิเคราะห์สภาพปัญหาในห้องเรียนจึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ครูแต่ละคนต้องทำการสำรวจ หรือศึกษาว่ามีอะไรเกิดขึ้นในห้องเรียน สิ่งนั้นเป็นปัญหาหรือไม่ และหากสภาพที่เกิดขึ้นในห้องเรียนแสดงถึงปัญหาหลายประการที่ต้องการแก้ไข ครูก็จำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญ ก่อนหลังของปัญหาเหล่านั้น

1.1 ประเด็นในการวิเคราะห์สภาพปัญหา ครูนักวิจัยควรตั้งคำถามกับตนเองเอง หลังจากสังเกตเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่ตนเองรับผิดชอบดังต่อไปนี้

1.1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

1.1.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาของใคร

1.1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อใครและอะไรบ้าง

1.1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นมีความสำคัญในระดับใด เมื่อเทียบกับปัญหาอื่น ปัญหาใดสำคัญกว่ากัน

1.1.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับสัมพันธกับปัญหาหรือเหตุการณ์อื่น ๆ อะไรบ้างอย่างไร

1.1.6 ใครคือผู้รับผิดชอบหลักในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และการแก้ไขปัญหานั้นต้องเกี่ยวข้องกับใครหรือไม่ อย่างไร

1.2 การใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์สภาพปัญหา ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพปัญหานี้นำไปสู่การกำหนดคำถามการวิจัยที่สอดคล้องกับสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ทำให้ผู้วิจัยสามารถตัดสินใจในการวางแผนการวิจัยได้ดังนี้

1.2.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นนำไปสู่การกำหนดคำถามวิจัยได้หลายคำถามที่ไม่เหมือนกัน การวิเคราะห์สภาพปัญหาจะทำให้ทราบว่าคำถามวิจัยใดมีความสำคัญที่สุด หรือเร่งด่วนที่สุดที่ต้องนำมาหาคำตอบก่อน

1.2.2 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดกับนักเรียนทั้งห้องหรือเกิดกับนักเรียนบางคน การวิเคราะห์ปัญหาทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจได้ว่ากลุ่มเป้าหมายของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือใคร

1.2.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น บางครั้งครูคนเดียวแก้ไขไม่ได้ ต้องอาศัยเพื่อนครูคนอื่น หรือผู้เกี่ยวข้อง หรือนักวิชาการภายนอกมาร่วมกันวางแผนการแก้ไขปัญหา ดังนั้น ครูผู้ที่กำลังทำวิจัยจะมีข้อมูลตัดสินใจว่าในการวิจัยนั้นสมควรใช้รูปแบบการวิจัยแบบใด จำเป็นต้องเชิญบุคคลภายนอกที่มีความชำนาญมาช่วยให้คำแนะนำหรือไม่ ในบางคำถามการวิจัยจำเป็นต้องแก้ไขในระดับกว้างหรือทำในระดับโรงเรียนไม่ใช่เป็นปัญหาที่แก้ไขได้ในชั้นเรียนนั้น หรือห้องเรียนนั้น

1.3 การตั้งข้อสงสัย ครูต้องเป็นคนช่างสังเกต แล้วสะท้อนสิ่งที่สังเกตเห็น ตั้งเป็นข้อสงสัยโดยการถามตนเอง

2. การตั้งคำถามวิจัย คำถามวิจัยเป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยที่ต้องการค้นหา คำตอบโดยมักเขียนอยู่ในรูปประโยคที่เป็นคำถาม ที่มีความเฉพาะเจาะจง สามารถสังเกต สืบค้น และศึกษาวิจัยได้

2.1 เกณฑ์การกำหนดคำถามวิจัย

2.1.1 การตั้งคำถามที่ดี ไม่ควรใช้คำถาม Yes/ No แต่ควรใช้คำถาม “ทำไม อย่างไร อะไร”

2.1.2 มีความน่าสนใจจะศึกษาหรือควรนำมาศึกษาเพื่อช่วยนักเรียนที่มีปัญหา

2.1.3 คำถามวิจัยนั้นมีความสำคัญทั้งต่อตัวครูผู้สอนและผู้เรียน

2.1.4 คำถามวิจัยนั้นสามารถจัดการให้อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้วิจัยได้ และสามารถตัดสินใจทำอะไรก็ได้ตามข้อค้นพบ

2.1.5 คำถามวิจัยนั้นมีความเป็นไปได้ในการทำ เหมาะสมกับเวลา ทรัพยากร ในช่วงแรกควรคิดถึงการทำวิจัยประเด็นเล็ก ๆ (Small scale) ซึ่งอยู่ในวิสัยที่สามารถดำเนินการจนสำเร็จ

2.1.6 หลีกเลี่ยงปัญหาวิจัยที่ครูหรือผู้เกี่ยวข้องไม่สามารถทำอะไรได้แม้จะทราบคำตอบ

สรุปการคัดเลือกคำถามวิจัย ควรมีการถามคำถามตนเองดังนี้

- 1) คำถามนั้นมีความสำคัญกับคุณเพียงใด
- 2) คำถามนั้นเกิดประโยชน์ต่อนักเรียนเพียงใด
- 3) โอกาสในการสำรวจข้อมูลมีมากน้อยเพียงใด
- 4) ใครบ้างที่สามารถช่วยในการทำวิจัยนี้ได้
- 5) คุณสามารถจัดการเรื่องเวลาในการวิจัยเรื่องนั้น ได้มากน้อยเพียงใด

2.2 ระดับของคำถามวิจัย

2.2.1 การวิจัยระดับที่หนึ่ง (First-order research) เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อตอบคำถามว่า “ใครทำอะไร” “ได้ผลอย่างไร”

2.2.2 การวิจัยระดับที่สอง (Second-order research) เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อตอบคำถามว่า “คนรับรู้สิ่งที่ตนเองทำอย่างไร” (ศึกษาความคิดของคนต่อสิ่งที่เกิดขึ้น) คำถามวิจัยระดับที่สองให้ข้อมูลที่มีรายละเอียดและมีความลึกซึ้งกว่าคำถามวิจัยแบบแรก

2.3 เกณฑ์การเลือกคำถามวิจัยมาศึกษา ในการเลือกคำถามวิจัยมาศึกษา ผู้วิจัยต้องเลือกโดยมีหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

2.3.1 ปัญหาของนักเรียนทุกคนต้องได้รับความสนใจจากครูในการแก้ไขอย่างเท่าเทียมกัน

2.3.2 ผลการวิจัยของครูต้องเกิดประโยชน์กับชั้นเรียนหรือโรงเรียน

2.3.3 คำถามวิจัยที่เลือกมาศึกษาต้องคำนึงถึงจริยธรรมของการวิจัย ไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใด

2.3.4 คำถามวิจัยนั้นสามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วในห้องเรียน ไม่จำเป็นต้องเก็บใหม่จนกระทบการเรียนการสอน หรือไม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในขณะนั้น หากจำเป็นต้องเก็บใหม่เพิ่มเติม ก็ควรวางแผนให้เหมาะสม

3. การกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา

คำถามวิจัยหลายคำถามเป็นเพียงการทำวิจัยเพื่อสำรวจสภาพที่เกิดขึ้นในห้องเรียน บางคำถามเป็นคำถามที่มุ่งเน้นการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แต่คำถามส่วนใหญ่มุ่งเน้นการหาวิธีการแก้ไขปัญหา

3.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นปัญหาของครูคือ การคิดหาวิธีการแก้ปัญห การกำหนดสิ่งทดลองเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน หลายครั้งที่ครูกำหนดปัญหาวิจัย แต่หาวิธีการแก้ไขไม่ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ครูก็ไม่สามารถทำวิจัยได้ เนื่องจากไม่สามารถหา “อะไร” ไปทดลองใช้ได้ ครูรู้สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน แต่ครูไม่ทราบว่าจะวิจัยเรื่องอะไร หัวข้อวิจัยของครูจึงเป็นหัวข้อวิจัยที่เน้นการสำรวจปัญหา แล้วไม่สามารถดำเนินงานต่อถึงขั้นการหาวิธีแก้ปัญห ปัญหาในห้องเรียนหลายปัญหาจึงยังแก้ไขไม่ได้

3.2 วิธีการแก้ไข แนวทางการแก้ไขปัญหา สามารถแก้ไขได้ดังนี้

3.2.1 ครูต้องอ่านมาก ติดตามความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับวิทยาการด้านการสอนให้มา

3.2.2 ครูต้องมีการรวมกลุ่มกัน และหาโอกาสอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านการสอนใหม่ ๆ เนื่องจากกลุ่มครูเป็นผู้ปฏิบัติที่รู้เรื่องดีที่สุดเกี่ยวกับ “นักเรียน” และ “ห้องเรียน”

3.2.3 ต้องมีการสำรวจและจัดระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับนวัตกรรมด้านการเรียนรู้ เทคนิคการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหลากหลาย แต่ที่ผ่านมาไม่มีการจัดระบบฐานข้อมูล หรือเผยแพร่เทคนิคดังกล่าวอย่างจริงจัง ตัวอย่างของเทคนิคการสอนจะมีเพียงเล็กน้อยและไม่สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง การจัดระบบข้อมูลเพื่อรวบรวมตัวอย่างเทคนิคการจัดการเรียนรู้ใหม่ ๆ จะเป็นการขยายความคิดและเปิดโลกทัศน์ใหม่ให้กับครู ทำให้ครูได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง โดยขยายความคิดต่อจากที่ผู้อื่นคิดไว้แล้ว

3.2.4 การจัดตั้งเครือข่ายการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research network) โดยเป็นศูนย์กลางของการเก็บรวบรวมผลการวิจัย แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และแนวทางการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน แล้วจัดทำเป็นฐานข้อมูลระดับชาติ

3.2.5 รวบรวมวิธีการแก้ปัญหาในชั้นเรียน โดยการจดบันทึกในสมุด โดยจดบันทึกแสดงตัวอย่างของวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียนอย่างเป็นทางการ โดยมีการนำเสนอวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาเดียวกัน ไม่ควรนำเสนอตัวอย่างเดียว เพราะอาจทำให้เกิดการลอกเลียน และเป็นการจำกัดความคิดของครู

4. การกำหนดรูปแบบการวิจัย

รูปแบบการทำวิจัยสามารถดำเนินการได้หลายแบบหลังจากที่ครูกำหนดปัญหาวิจัยได้แล้ว ต้องกำหนดว่าจะใช้รูปแบบในการทำวิจัยอย่างไร รูปแบบในการวิจัยนี้หมายถึง การกำหนดกลุ่มทำงานที่เกี่ยวข้องกับใครบ้าง และจะใช้แนวทางการทำวิจัยแบบใด โดยวิเคราะห์ปัญหาวิจัยว่าเกี่ยวข้องกับใคร และเป็นปัญหาระดับใด

5. การออกแบบการวิจัย

จากการเสนอแนวคิดของการทำวิจัยในชั้นเรียนที่เสนอโดย สุวัฒน์ สุวรรณเขตนิคม (2558) การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนมีการดำเนินการเป็น 3 ระยะ ระยะแรก เป็นการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งถือเป็นเส้นฐานก่อนการแก้ปัญหา ระยะที่สอง เป็นการทดลองพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา ในทางปฏิบัติจริงแบบการวิจัยที่สมเหตุสมผลจึงมักเป็นแบบอนุกรมเวลา (Time series design) โดยการใช้นักเรียนกลุ่มเดิมเป็นกลุ่มควบคุม ระยะที่สาม เป็นการตรวจสอบผลการวิจัยให้มีความเชื่อถือมากขึ้นว่าจะยังสามารถยืนยันผลการวิจัยเป็นแบบเดิมหรือไม่

ฟรีแมน (Freeman, 1998) ได้นำเสนอวิธีการจัดประเภทของการวิจัยตามแนวคิดของนักการศึกษา ชื่อ Leo van Lier ซึ่งนำเสนอในปี 1988 เขาแบ่งประเภทของการวิจัยออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

แผนแบบการวิจัยที่ 1 แบบมีการควบคุม (Controlling)

แผนแบบการวิจัยนี้เรียกว่าเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) หรือกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยครูผู้สอนกำหนดให้มีติของการควบคุมผู้เรียนอยู่ในระดับสูงมาก และสำหรับมิติด้านการแทรกสิ่งทดลองนั้น มีการกำหนดหรือจัดให้มีสิ่งทดลอง (Intervention) สอดแทรกระหว่างการเรียนการสอน

แผนแบบการวิจัยที่ 2 แบบมีการถามและการทำ (Asking and doing)

แผนแบบการวิจัยนี้เรียกว่าเป็นการวิจัยแบบปฏิบัติการ (Action research) หรือแบบร่วมมือ (Collaborative research) โดยครูผู้สอนกำหนดให้มีติของการควบคุมผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำ (ปล่อยตามสภาพปกติ) และสำหรับมิติด้านการแทรกสิ่งทดลองนั้น มีการกำหนดหรือจัดให้มีสิ่งทดลอง (Intervention) สอดแทรกระหว่างการเรียนการสอน

แผนแบบการวิจัยที่ 3 แบบการวัด (Measuring)

แผนแบบการวิจัยนี้เรียกว่า การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยครูผู้สอน กำหนดให้มีติของการควบคุมผู้เรียนอยู่ในระดับสูง และสำหรับมิติด้านการแทรกสิ่งทดลองนั้น ไม่ได้มีการให้สิ่งทดลอง (Intervention) สอดแทรกระหว่างการเรียนการสอน

แผนแบบการวิจัยที่ 4 แบบการเฝ้าดู (Watching)

แผนแบบการวิจัยนี้เรียกว่า การวิจัยเชิงธรรมชาติ (Naturalistic research) หรือการวิจัยรายกรณี (Case study research) โดยครูผู้สอนกำหนดให้มีติของการควบคุมผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำ (ปล่อยตามธรรมชาติ/ ไม่ควบคุม) และสำหรับมิติด้านการแทรกสิ่งทดลองนั้น ไม่ได้มีการให้สิ่งทดลอง (Intervention) สอดแทรกระหว่างการเรียนการสอน

โดยสรุป แผนแบบการวิจัยมีประโยชน์ตรงที่ช่วยให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนการสอนและจัดเก็บข้อมูลได้ โดยต้องวางแผนให้สอดคล้องกับแผนการสอนที่ครูเตรียมสำหรับการสอนแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าแผนแบบการวิจัยที่เสนอมานี้พบว่า แผนแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของครูคือ แผนแบบการวิจัยแบบ 2, 3, 4 มากกว่าแผนแบบการวิจัยแบบที่ 1 เนื่องจากวิถีวิจัยมีความใกล้เคียงกับสภาพการทำงานปกติของครู

6. การเตรียมแผนสู่การปฏิบัติ

การทำแผนการสอน (Lesson plan) เป็นงานในหน้าที่ของครูทุกคน แผนการสอนประกอบด้วยจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน สารที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และการประเมินผล สารที่สำคัญที่สุดในแผนการสอน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากคุณภาพของกิจกรรมจะส่งผลต่อคุณภาพของการเรียนรู้ โดยครูควรจัดทำแผนการสอนที่ครอบคลุมสาระเกี่ยวกับการทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนรวมอยู่ด้วย โดยมีกระบวนการที่ประกอบด้วยขั้นตอน

การวางแผนการปฏิบัติ การนำไปปฏิบัติ การสังเกตและประเมินผล และการสะท้อนผลและปรับปรุง

ตอนที่ 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

บทบาทผู้ปกครอง

แนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา

1. ความหมายของการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา

การจัดการศึกษาให้เกิดผลดี มีประสิทธิภาพ ตรงตามความต้องการของประชาชน โดยเฉพาะผู้ปกครอง ต้องอาศัยการนำกระบวนการมีส่วนร่วมมาใช้ ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กล่าวถึง การมีส่วนร่วมไว้ในมาตรา 8(2) ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 มาตรา 58 ได้บัญญัติเรื่องการมีส่วนร่วมไว้ว่า บุคคลย่อมมีสิทธิมีส่วนร่วมในกระบวนการพิจารณาของเจ้าหน้าที่ของรัฐ ในการปฏิบัติราชการทางปกครองอันมีผลหรืออาจมีผลกระทบต่อสิทธิและเสรีภาพของตน (สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ, 2551) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับปัจจุบัน ระบุให้ สถานศึกษาที่จัดการศึกษาทุกระดับจึงต้องปฏิบัติตาม โดยการเปิดโอกาสให้ประชาชน ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ทั้งนี้เพราะ เมื่อผู้ปกครองควรมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาย่อมจะช่วยขับเคลื่อนให้การบริหารจัดการศึกษาดำเนินไปตามความต้องการของผู้ปกครองและชุมชน ช่วยให้สถานศึกษาได้รับการยอมรับจากชุมชน ชุมชนรักและหวงแหนสถานศึกษา ซึ่งส่งผลให้ผู้ปกครองและชุมชนสนับสนุนทรัพยากรการศึกษา และให้ความร่วมกับสถานศึกษาในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจ

การมีส่วนร่วม หมายถึง การเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เข้ามาร่วมดำเนินกิจกรรม ตั้งแต่การศึกษาปัญหา การวางแผนดำเนินการ การตัดสินใจ การแก้ไขปัญหา และการประเมินร่วมกัน เพื่อขับเคลื่อนให้กิจกรรมนั้นดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักการมีส่วนร่วม คือ หลักร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมตรวจสอบ ร่วมรับผิดชอบ

การมีส่วนร่วมของประชาชนและชุมชน จึงเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาร่วมกับโรงเรียน เป็นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ธีรภัทร์ เจริญดี (2542) กล่าวว่า “การมีส่วนร่วมของผู้ปกครอง คือ การสร้างพัฒนาการเด็กให้มีความเจริญงอกงามและการเรียนรู้ที่ดี” การที่ผู้ปกครองเข้าไปมีส่วนร่วมย่อมเป็นโอกาสที่ดีที่ผู้ปกครองจะได้เรียนรู้บทบาทหน้าที่ที่ควรจะเป็น นอกจากนั้นเด็กเล็ก ๆ ก็ชอบที่ให้ผู้ปกครองมาเยี่ยมที่โรงเรียน เพราะฉะนั้น โรงเรียนจึงควรเป็นผู้ที่เริ่มหรือช่วยให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วม

ในการช่วยเหลือ การเรียนการสอนและกิจกรรมอื่น ๆ ในโรงเรียน อีกด้วย และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ โรงเรียนจะต้องเป็นผู้เริ่มต้นนำผู้ปกครองมาที่โรงเรียน และชั้นเรียนด้วยความนับถือและเป็นกันเอง ซึ่งถือเป็นนโยบายระหว่าง การช่วยเหลือจากชุมชนและผู้ปกครอง อันจะส่งผลช่วยให้กิจกรรมต่าง ๆ ทั้ง โรงเรียนมีผลดียิ่งขึ้นผู้ปกครองเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็ก เมื่อเด็กอยู่ที่บ้าน และต้องเป็นผู้รับผิดชอบในเรื่องการเรียนของเด็กด้วย

2. แนวทางการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการจัดการศึกษา

การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองและชุมชนในการจัดการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) ได้เสนอแนวทางการมีส่วนร่วมไว้ ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา โดยสถานศึกษาสามารถเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองและชุมชนจัดสร้างหลักสูตรสถานศึกษา และกำกับ ติดตามการใช้หลักสูตรสถานศึกษา

2. การมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา การสร้างความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับผู้ปกครองและชุมชนเป็นยุทธศาสตร์ที่จำเป็นอย่างยิ่ง ผู้บริหารและบุคลากรในสถานศึกษาควรระลึกถึง ซึ่งมีหลัก 10 ประการ คือ

2.1 สร้างความศรัทธาและความเชื่อมั่นต่อชุมชน

2.2 ฝึกให้เป็นคนใจกว้างและมีจิตสาธารณะ

2.3 ตระหนักในสิ่งที่จำเป็นและขาดแคลน ไม่วางเฉย ทุกอย่างทำได้หากตั้งใจทำ

2.4 หมั่นสร้างและปรุงแต่งตนเองให้เป็นบุคคลที่มีเสน่ห์เป็นที่ชื่นชมศรัทธาของ

ชุมชนและเพื่อนร่วมงาน

2.5 อ่อนน้อมถ่อมตน วางตัวเรียบง่าย อยู่กับชุมชนและเพื่อนร่วมงานได้ตลอดเวลา

2.6 หลีกเลี่ยงการโต้แย้งที่ไร้เหตุผล พัฒนาทักษะการประนีประนอม

2.7 ต้อนรับชุมชนด้วยบรรยากาศมิตรภาพ

2.8 พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ชุมชนให้ลึกซึ้ง เพื่อสำรวจจุดเด่น จุดด้อย

เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนา

2.9 หมั่นแสวงหาแหล่งงบประมาณ วัสดุ ครุภัณฑ์ จากหน่วยงาน บริษัท ห้าง ร้านค้า โดยใช้โครงการที่มีประสิทธิภาพ

2.10 สร้างและพัฒนาค่านิยมการสร้างสัมพันธภาพกับชุมชนอย่างสม่ำเสมอ

3. บทบาทของชุมชนในการมีส่วนร่วมจัดการศึกษา มีดังนี้

3.1 การมีส่วนร่วมในการจัดและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งที่บ้าน และที่สถานศึกษา

- 3.2 การกำหนดนโยบาย เป้าหมายการจัดการศึกษาแก่สถานศึกษา
- 3.3 การประชาสัมพันธ์ สนับสนุนกิจกรรมทางการศึกษา
- 3.4 การเป็นผู้สนับสนุนทรัพยากรและบุคลากรในการจัดการศึกษา
- 3.5 การตรวจสอบการจัดการศึกษา
4. กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษา ควรดำเนินการ ดังนี้
 - 4.1 สำรวจความต้องการ การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
 - 4.2 การกำหนดมาตรฐานของสถานศึกษา
 - 4.3 การวางแผนพัฒนาสถานศึกษาตามวิสัยทัศน์ พันธกิจ
 - 4.4 การปฏิบัติกิจกรรม คือ แนวทางปฏิบัติที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ
 - 4.5 การประเมินผล คือ การประเมินแนวทางปฏิบัติ
 - 4.6 การสรุปผลการมีส่วนร่วม เพื่อพัฒนากระบวนการทำงานร่วมกัน

การมีส่วนร่วมของประชาชน และชุมชนในการจัดการศึกษา นับเป็นกระบวนการที่สำคัญ ที่จะช่วยพัฒนาการศึกษาให้ตอบสนองความต้องการของท้องถิ่น โดยเฉพาะในโรงเรียนขนาดเล็ก หากชุมชนมีส่วนร่วมในการสนับสนุนทรัพยากรการศึกษา รวมถึงการเชิญผู้ปกครองที่มีความรู้และมีเวลาว่างมาเป็นครูพ่อครูแม่ให้ความรู้ด้านวิชาการ ด้านภูมิปัญญากับบุตรหลาน ย่อมเกิดผลดีทั้งต่อโรงเรียนที่ได้บุคลากรเพิ่ม ส่วนผู้ปกครองย่อมภาคภูมิใจที่ได้สอนบุตรหลานในโรงเรียน รวมถึงนักเรียนที่จะมีความเคารพและนับถือในตัวผู้ปกครองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชน

5. หลักการและกระบวนการของการมีส่วนร่วมในการดำเนินการของกระบวนการมีส่วนร่วมต้องยึดหลักการดังต่อไปนี้

5.1 การระดมความคิด คือ การคิดค้นและวิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน ในลักษณะของการร่วมคิด มีใจจากฝ่ายหนึ่งฝ่ายเดียว บนพื้นฐานความศรัทธาว่าทุกคนที่เข้ามามีส่วนร่วมนั้นมีศักยภาพ

5.2 การวางแผน คือ นำสิ่งที่ร่วมกันคิดมากำหนดเป็นแผนปฏิบัติการร่วมกัน ด้วยการระดมทรัพยากรจากทุกฝ่าย (คน สิ่งของ งบประมาณ เวลา ฯลฯ)

5.3 การลงมือทำ คือ การนำแผนงานที่ได้ ไปร่วมกันทำหรือแบ่งงานกันรับผิดชอบ เพื่อให้เป็นไปตามแผนหรือเป้าหมายที่วางไว้

5.4 การติดตามประเมินผล คือ ร่วมกันติดตามผลงานที่ทำ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ร่วมกันคิดพัฒนาปรับปรุงให้งานดีขึ้น

5.5 การรับประโยชน์ร่วมกัน มีทั้งผลประโยชน์ทางรูปธรรมที่ต้องการให้เกิดตามกิจกรรมที่ทำนั้น และผลประโยชน์โดยอ้อม แต่มีความสำคัญมาก คือ การเรียนรู้จากการร่วมคิดร่วมทำ และความสัมพันธ์ระหว่างภาคีที่พัฒนาไปสู่การมีส่วนร่วมที่สมานฉันท์ เสมอภาค และเอื้ออาทรกันมากขึ้นเป็นลำดับ

บทบาทของผู้ปกครองในการส่งเสริมการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) กล่าวว่า บทบาทของคุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งพี่น้องและญาติของนักเรียนที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จะต้องมีความเข้าใจในสิ่งที่เด็กกำลังทำอยู่แม้ว่าจะไม่สามารถช่วยเหลืออะไรได้มากก็ตาม อย่างน้อยที่สุด คือ การให้กำลังใจ คอยสอบถามความเคลื่อนไหว ความก้าวหน้าในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เช่น จัดเวลาให้นักเรียนได้มีเวลาในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ จัดหาสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ พาไปทัศนศึกษาแหล่งความรู้อื่น ๆ เท่าที่สามารถจะให้ความสะดวกและบริการได้ สิ่งใดพอที่จะช่วยเหลือได้ควรรีบทำทันทีเพื่อให้นักเรียนได้มีกำลังใจในการทำงานและภาคภูมิใจว่าคนรอบข้างพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือแนะนำ โดยตรงก็ควรเข้าร่วมเป็นที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วย ความรู้ในรายละเอียดบางเรื่อง จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ซึ่งผู้ปกครองอาจช่วยได้ถ้าหากมีคุณสมบัติดังกล่าว หรือรู้ว่ามิแหล่งข้อมูลแหล่งวิทยากรที่ให้ความรู้แก่เด็ก ๆ ได้ก็ควรให้คำแนะนำโดยผ่านครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อจะได้ดำเนินการต่อไปอย่างเป็นขั้นเป็นตอน พี่ ๆ ของนักเรียนที่เคยทำโครงการงานวิทยาศาสตร์แล้วสามารถให้คำแนะนำแก่น้องที่กำลังทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่ได้ บางคนอาจให้ความช่วยเหลือตั้งแต่คิดหาหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้เลย เพราะเป็นการเล่าสู่กันฟังระหว่างพี่น้อง อาจทำให้เกิดแนวคิดดี ๆ ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หรือทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ต่อยอดจากที่เคยมีผู้ทำมาแล้ว หรือขอเสนอแนะจากงานที่พี่เคยทำไว้อาจเป็นไปได้

กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า บทบาทผู้ปกครอง คือ มีส่วนร่วมในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ให้ความสนใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และควรทำความเข้าใจความสำคัญของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วย
2. ให้กำลังใจนักเรียนเมื่อนักเรียนรู้สึกท้อถอย
3. ให้ความสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เช่น จัดหาเวลาว่างที่บ้านให้นักเรียนมีโอกาสทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ จัดสถานที่ที่เหมาะสมกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ให้ความช่วยเหลือในการจัดหาและจัดซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ บางอย่างที่เป็น
4. ให้คำแนะนำ หรือเป็นที่ปรึกษาของนักเรียนเป็นบางเรื่องบางกรณีเท่าที่จะทำได้

กิ่งทอง ใบหยก (2544) กล่าวว่า บทบาทของผู้ปกครองที่มีต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาว่า ผู้ปกครองในที่นี้ไม่ได้หมายถึงพ่อและแม่เท่านั้นแต่รวมถึงผู้ใหญ่ทุกคนที่ใกล้ชิดหรือดูแลนักเรียนอยู่ การให้กำลังใจสนับสนุน ให้คำปรึกษาและการช่วยเหลือต่าง ๆ สามารถให้เด็ก ๆ ได้พัฒนาความคิดในการเรียนรู้แล้วยังให้ความสัมพันธ์ระหว่างเด็กและผู้ปกครองพัฒนาไปในทางที่ดีขึ้น บ่อยครั้งที่ผู้ปกครองตั้งคำถามว่าจะสามารถช่วยเหลือเด็ก ๆ ของตนได้อย่างไร ผู้ปกครองเหล่านี้มีความต้องการที่จะช่วยเหลือแต่ไม่รู้จะทำอย่างไร ผู้ปกครองสามารถช่วยเหลือได้หลายอย่างที่ช่วยเด็ก ๆ ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์

1. ถึงแม้จะทราบว่าการทำงานวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เด็ก ๆ ต้องใช้ความสามารถและความพยายามของเด็ก ๆ เอง แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทำให้กำลังใจเป็นการก้าวท้าวกิจการแต่อย่างใด ตรงกันข้ามเด็ก ๆ ต้องการกำลังใจสนับสนุนหรือแม้แต่คำอนุญาตให้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้

2. การรับฟังและการชมเชยในบางโอกาสช่วยให้เด็ก ๆ รับรู้ว่าคุณปกครองของตนให้ความสนใจและยอมรับในความคิดของเด็ก ๆ

3. ในบางครั้งทักษะบางอย่างแม้เด็ก ๆ จะได้เรียนรู้แล้วในชั้นเรียนก็ไม่สามารถทำได้ ผู้ปกครองอาจช่วยเหลือเพิ่มเติมได้ เช่น การชั่ง ตวง วัด การเรียงลำดับสิ่งของ เป็นต้น

4. คอยช่วยเหลือเด็ก ๆ ให้ดำเนินแต่ละอย่างให้เป็นไปตามกำหนดการและสำเร็จลุล่วงด้วยดี

5. ถ้าเป็นไปได้บางโอกาสควรเปิดโอกาสให้เด็ก ๆ ใช้เวลา และสถานที่ที่เป็นส่วนตัวเหมาะสมในบ้านโดยไม่มีการรบกวนจากภายนอก

6. ช่วยจัดหาอุปกรณ์แก่เด็ก ๆ ที่ต้องการอย่างเหมาะสมเท่าที่จะทำได้

7. ช่วยเหลือเด็ก ๆ เห็นความสำคัญของความปลอดภัยในขณะที่ทำงาน

8. ในบางครั้งเด็ก ๆ อาจต้องการไปห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ สวนสัตว์ หรือสถานที่สำคัญที่จะช่วยในการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับหัวข้อในการทำงาน พ่อแม่อาจช่วยพาไปหรือบางครั้งเด็ก ๆ จำเป็นต้องมาทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียน ผู้ปกครองก็ควรอนุญาตและสนับสนุนหรือพาไป ถ้าเด็กไม่สามารถไปเองได้

9. ติดต่อขอคำปรึกษากับข้อเสนอแนะกับครูหรืออาจารย์ในกรณีที่มีปัญหาใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์

10. ตระหนักว่ารางวัลอันล้ำค่าของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ หรือทักษะต่าง ๆ ไม่ใช่ถ้วยรางวัลหรือเหรียญรางวัลชนะเลิศที่ตัดสินโดยกรรมการ ถ้ามีความคิดได้เช่นนี้ เด็กในผู้ปกครองจะได้รับรางวัลหรือไม่ ก็ไม่ทำให้เกิดการเสียกำลังใจ บ่อยครั้งที่ผู้ปกครองมุ่งผลแพ้ชนะทำให้เด็กอาจเสียความรู้สึกได้อย่างมาก ระยะเวลา

ยาวนานที่ได้ช่วยกันพัฒนาความคิดและอื่น ๆ ในตัวเด็กจะได้ไม่ถูกลบเลือนเพราะความหวัง
ชนะรางวัลเท่านั้น

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ตัวแปรบทบาทของผู้ปกครองในการส่งเสริมการทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ตัวแปรบทบาทผู้ปกครองที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

บทบาทผู้ปกครอง	ลัดดา ภูเกียรติ (2554)	กรมวิชาการ (2544)	กิ่งทอง ใบหยก (2544)
1. ให้กำลังใจ	✓	✓	✓
2. สอบถามความก้าวหน้า	✓		✓
3. อำนวยความสะดวก	✓	✓	✓
4. ให้คำแนะนำ	✓	✓	✓
5. แนะนำแหล่งเรียนรู้	✓		
6. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ		✓	
7. กล่าวคำชมเชย			✓
8. พาไปศึกษาแหล่งเรียนรู้			✓

จากบทบาทของผู้ปกครองที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้ปกครอง
สามารถให้การสนับสนุนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้ 1) ให้ความสนใจ
เอาใจใส่ในการเข้าร่วมกิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 2) ให้กำลังใจ สอบถามนักเรียนถึง
ความก้าวหน้าของโครงการวิทยาศาสตร์ 3) สนับสนุนและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการหา
เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ตลอดจน
4) ให้คำแนะนำ คำปรึกษาในบางเรื่องที่เป็น หรือพาไปพบผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง

แนวคิดเกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์

ศศิธร ศรีวงเขต (2550) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ว่า ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ คือ ครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ การทำงานของครูที่ปรึกษาแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้นก่อนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

เป็นการอธิบายชักนำให้นักเรียนสนใจที่จะมาทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น หรือชักชวนนักเรียนสัก 2-3 กลุ่ม มาฝึกทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในโรงเรียน ร่วมกันกำหนดชื่อเรื่องโครงการงานวิทยาศาสตร์ ร่วมกันทำเค้าโครง โดยระยะเริ่มแรกให้นักเรียนได้ทดลองทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ง่าย ๆ โดยใช้เวลาในการศึกษาไม่นาน อาจเป็น 1-2 สัปดาห์ ในกรณีที่เป็น การเริ่มต้นโครงการงานวิทยาศาสตร์มาบ้างแล้ว ครูที่ปรึกษาทำหน้าที่ให้คำแนะนำช่วยกันวางแผนการทดลอง อ่านเค้าโครงของนักเรียนเพื่อการปรับปรุงแก้ไข โดยเฉพาะวิธีการทดลอง เพื่อสอดคล้องกับ ชื่อเรื่อง จุดมุ่งหมาย ศึกษาคำแปรต่าง ๆ ว่าเป็นไปได้หรือไม่ กับการบันทึกข้อมูล การออกแบบตารางหรือวิธีการบันทึกข้อมูล รวมทั้งการแนะนำในด้านเอกสารประกอบการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

2. ระยะศึกษาทดลอง

แนะนำในการนำเครื่องมือต่าง ๆ ที่นำมาทดลอง แนะนำการใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี แนะนำอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งขณะที่ทดลอง ชักถามนักเรียนและติดตามความก้าวหน้าของการทดลอง การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นระยะ ๆ หากนักเรียนมีปัญหาสิ่งใดก็จะช่วยในการแก้ปัญหาสิ่งนั้น ๆ หรือพาไปหาผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำ เป็นต้น

3. ระยะสิ้นสุดการทดลอง

ครูที่ปรึกษาให้นักเรียนมาร่วมกันสรุปผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แนะนำการเขียนรายงานอย่างถูกต้อง ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหรือรายงานที่นักเรียนทำเสร็จแล้ว มีการประเมินผลโครงการงานร่วมกันว่ามีความสมบูรณ์เป็นอย่างไร

4. ระยะการนำเสนอเข้าประกวด

เมื่อนักเรียนสรุปโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นรูปเล่มรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์แล้ว หากนักเรียนประสงค์จะนำเสนอเข้าประกวดในวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ โดยเริ่มประกวดในระดับภาคต่าง ๆ ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนส่งใบสมัคร และรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้คณะกรรมการแต่ละภาค พร้อมกับจัดทำแผนโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่จะไปติดตั้ง

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูพี่เลี้ยงหรืออาจารย์ที่ปรึกษาว่าเป็นผู้ที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกในการดูแลการทำโครงการของเด็ก ๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา ครูพี่เลี้ยงจะต้องเป็นมากกว่าการให้คำปรึกษา ในบางครั้งบางเวลาอาจต้องเข้าไปช่วยแก้ปัญหา ร่วมวางแผนในการทำงาน การตัดสินใจหรือกระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่องและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด เมื่อพบว่านักเรียนในความดูแลเกิดความท้อแท้ ครูพี่เลี้ยงจะต้องเป็นที่พึ่งให้นักเรียนตั้งแต่วันแรกที่เริ่มโครงการจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการทำโครงการ ที่สำคัญที่สุด คือ ครูพี่เลี้ยงทั้งหลายจะต้องมีความเสียสละอย่างสูง ทั้งนี้เพราะต้องอุทิศเวลาให้กับการทำโครงการของนักเรียนตลอดระยะเวลาการดำเนินงานของเขาเพื่อคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจ ช่วยเหลือ แนะนำให้เขาประสบความสำเร็จกับงานนั้น ๆ

ก่อนการดำเนินการ

ครูต้องมีการเตรียมความพร้อมของตนเองในทุก ๆ ด้านและทำการศึกษาให้ลึกซึ้งถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำโครงการ โดยการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลให้พร้อมเพรียงเพื่อที่นักเรียนจะได้ค้นหาได้ง่าย ทำการศึกษาสำรวจหาแหล่งความรู้อื่น ๆ เช่น วิทยากรบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง สถานที่ต่าง ๆ ที่นักเรียนสามารถจะไปศึกษาหาข้อมูล โดยการไปทัศนศึกษาและใช้ในการค้นคว้า จัดเตรียมหาแหล่งที่จะสนับสนุนในด้านงบประมาณ จัดเตรียมสถานที่ที่สะดวกสบายในการทำงาน จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ นอกเหนือจากที่มีอยู่ในห้องสมุด แต่เห็นว่ามีความจำเป็นที่นักเรียนจะต้องใช้ดำเนินการวางแผนในการทำงานตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดรวมทั้งกำหนดงานต่าง ๆ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ เป็นต้น

ระหว่างการดำเนินงาน

ช่วยจัดหาและเตรียมอุปกรณ์ แนะนำช่วยเหลือในการทำงาน ชี้แนะวิธีการป้องกันตัว ในระหว่างปฏิบัติงาน ให้ความสะดวกในการปฏิบัติงานเพื่อสนับสนุนให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถดำเนินการในสิ่งที่ยากให้เป็นสิ่งที่นักเรียนสามารถคิด และลงมือปฏิบัติเองได้ ตรวจสอบแก้ไขโครงการตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงานและการสรุปผล คอยควบคุมดูแล และติดตาม กระตุ้นเตือนให้นักเรียนปฏิบัติไปตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นระบบ และเป็นขั้นตอนซึ่งครูจะต้องมีความเข้าใจทุกขั้นตอนในโครงการที่ดูแลเป็นอย่างดี

ในขณะที่กำลังดำเนินการทำโครงการอาจจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เจาะลึกเกี่ยวกับหลักวิชาการที่ครูไม่สามารถให้คำปรึกษาได้ หรือเป็นการใช้เทคนิค วิธีการที่ยุ่ยากซับซ้อน รวมทั้งการใช้เครื่องมือบางอย่าง ครูอาจจะต้องติดต่อ ประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่มีความรู้ขึ้นมาให้คำปรึกษากับนักเรียนด้วย

ต้องติดตามการทำงานของนักเรียนในความดูแลอย่างใกล้ชิด จัดโอกาสให้เด็กได้มีการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ในการทำงานหรือรายงานความก้าวหน้าของงานเป็นระยะ ๆ เพื่อจะได้รับรู้ รับทราบและแก้ไขได้ทันที่ในกรณีที่ปัญหาในการทำงาน เมื่อเกิดปัญหาด้านพฤติกรรมหรือเด็กเกิดความเบื่อหน่ายและมีอาการท้อถอย หรือเกิดการผิดพลาดจากการทำงาน ครูต้องรีบแก้ไขจัดการโดยด่วน โดยการจัดกิจกรรมสั้นทางการหรือกิจกรรมทัศนศึกษาเป็นครั้งคราว เพื่อผ่อนคลายบรรยากาศที่ตึงเครียดดังกล่าวได้

การให้กำลังใจและดูแลอย่างใกล้ชิดจะทำให้เด็ก ๆ มีความรู้สึกปลอดภัยและมีกำลังใจในการทำงาน ความล้มเหลวก็จะไม่เกิดขึ้น แต่ที่สำคัญครูอย่าชี้แนะมากเกินไปจนเป็นความคิดของครูเสียทั้งหมด ตระหนักอยู่เสมอว่าเป็นงานเด็กที่ต้องคิดเอง หากคิดแปลกแหวกแนวออกไปบ้าง ครูต้องคอยดึงกลับมาอย่างนิ่มนวล

หลังเสร็จสิ้นโครงการ

จัดให้มีการนำเสนอ โครงการต่อสายตาของเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครู ผู้บริหารและผู้ปกครองของเด็ก ๆ เพื่อฝึกความกล้าแสดงออกและยอมรับคำวิจารณ์จากคนภายนอกเพื่อการปรับปรุงและพัฒนางานให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป โดยก่อนที่จะมีการนำเสนอครู/ อาจารย์ที่ปรึกษาจะต้องจัดเวลาให้เด็ก ๆ มาพบปะพูดคุยถึงผลของการศึกษา ตรวจสอบขั้นตอนในการเขียนรายงาน รวมทั้งการใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ชัดเจนและถูกต้องเหมาะสม

ให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้นโดยการจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เล่าปากเปล่า จัดแผนโครงการ จัดนิทรรศการหรืออื่น ๆ ทั้งภายในโรงเรียน นอกโรงเรียน ระดับกลุ่ม โรงเรียน ระดับจังหวัด หรือส่งเข้าประกวดในระดับประเทศเพื่อให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง แต่ไม่ส่งเสริมให้ทำเพื่อการแข่งขันล่ารางวัล การได้รับรางวัลเป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น แม้ว่าจะไม่ได้รางวัล การได้รับประสบการณ์ตรงจากการทำโครงการทำให้นักเรียนเป็นผู้รู้จักวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

หลังจากสิ้นสุดการทำงานแล้ว ให้นักเรียนรับผิดชอบในการเก็บกวาดสถานที่ที่ใช้ และจัดเก็บอุปกรณ์ที่ขอยืมมา ส่งคืนเจ้าของให้เรียบร้อย จัดทำแบบสอบถาม/แบบสัมภาษณ์/แบบประเมินเพื่อประเมินผลการจัดกิจกรรมโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จเรียบร้อย โดยประเมินจากตัวครูเอง เด็กนักเรียน ผู้ปกครอง และผู้สนใจอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบข้อดี ข้อบกพร่องและจะได้แก้ไขปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นในการทำงานครั้งต่อไป

ปญญญา โกศลสิริพจน์ (2547) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ ดังนี้ ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ โดยก่อนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ ครูจะมีบทบาทเป็นผู้สอนให้

นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการทำโครงการ รวมทั้งเป็นผู้ฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงการให้แก่ นักเรียน ประกอบด้วยทักษะด้านการทำงานกลุ่ม ทักษะด้านการตั้งคำถามและวิธีการหาคำตอบ ทักษะด้านการพูด การอ่าน การเขียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ครูยังมีบทบาทในการเป็นผู้สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นภายในห้องเรียน โดยกระตุ้นนักเรียนให้กล้าแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกประเด็นปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการทำโครงการ และสามารถคิดประเด็นการศึกษาเพื่อทำโครงการได้ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนสัมผัสกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยพาไปทัศนศึกษาเพื่อให้เห็นสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เชิญวิทยากรมาบรรยายในเรื่องราวที่น่าสนใจ ยกตัวอย่างโครงการที่มีผู้ทำผ่านมาในอดีต หรือใช้คำถามเชื่อมโยงจากบทเรียนที่กำลังเรียน อาจใช้เหตุการณ์ที่ได้รับความสนใจในเวลานั้น เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผน ในขั้นตอนนี้ครูจะมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมและให้คำปรึกษานักเรียน โดยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา ให้ความคิดเห็น ดิชมในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงการ ความชัดเจนของประเด็นการศึกษา และวัตถุประสงค์การศึกษา ความถูกต้องเหมาะสมของสมมุติฐานการศึกษาที่กำหนด และความถูกต้องเหมาะสมของการออกแบบการศึกษา นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการแนะนำแหล่งข้อมูลหรือเอกสารสำหรับการศึกษาค้นคว้า และแนะนำผู้ทรงคุณวุฒิที่สามารถให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการทำโครงการ ในขั้นตอนนี้ครูจะมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน โดยจัดหาและเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องเพื่อให้การทำโครงการของนักเรียนดำเนินไปอย่างราบรื่น คอยติดตาม ควบคุม และตรวจสอบการทำงานของนักเรียนเป็นระยะพร้อมทั้งให้ข้อมูลป้อนกลับ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือหรือแก้ปัญหาเมื่อจำเป็นเพื่อการพัฒนา แนะนำแหล่งข้อมูลหรือเอกสารสำหรับศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และคอยให้กำลังใจในการทำงานแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนเกิดความท้อแท้และเบื่อหน่ายเนื่องจากประสบปัญหาในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 4 การเขียนรายงาน ในขั้นตอนนี้ครูจะมีบทบาทในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบและให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการเลือกรูปแบบการเขียนรายงาน

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอผลงาน ในขั้นตอนนี้ครูจะมีบทบาทในการให้คำปรึกษา ตรวจสอบและให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการเลือกวิธีการนำเสนอผลงาน และดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงานของตนเอง เช่น จัดให้มีการนำเสนอผลงานภายใน

ชั้นเรียน หรือจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียน รวมทั้งทำการประเมินผลและคัดเลือกผลงาน
ที่มีคุณภาพของนักเรียนเพื่อเข้าร่วมการประกวดต่อไป

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

บทบาทครูที่ปรึกษา	ศศิธร ศรีเวงเขต (2550)	ตัดดา ภูเกียรติ (2552)	ปริญญญา โทศลศิริพจน์ (2547)
1. อธิบาย ชักนำ/ กระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓
2. แนะนำเครื่องมือ/ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่นำมาทำการทดลอง	✓	✓	✓
3. ติดตามความก้าวหน้าของโครงการวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓
4. แนะนำผู้ทรงคุณวุฒิ	✓	✓	✓
5. ร่วมสรุปผลการทดลอง	✓		
6. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล/ รายงาน	✓	✓	✓
7. เตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องเมื่อนักเรียนต้องการนำโครงการ วิทยาศาสตร์เข้าร่วมประกวด	✓		
8. ศึกษาเกี่ยวกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้ลึกซึ้ง		✓	
9. สำรวจหาแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับหัวข้อโครงการ วิทยาศาสตร์ของนักเรียน		✓	✓
10. อำนวยความสะดวก		✓	✓
11. ให้กำลังใจ		✓	✓
12. จัดกิจกรรมนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์		✓	✓

สรุปได้ว่า ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญ คือ 1) การให้คำปรึกษา
การเตรียมความพร้อม 2) การให้คำปรึกษาการวางแผน 3) การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน
4) การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/ กระบวนการ

แนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

1. ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

วรัณฐิยา ไชยลา (2550) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นความพยายามของผู้เรียนที่จะกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย โดยคาดหวังว่าการกระทำนั้นจะประสบความสำเร็จ และเมื่อพบกับอุปสรรคก็จะมีคามมุ่งมั่นในการที่จะเอาชนะโดยหาวิธีการในการเผชิญกับอุปสรรคนั้นอย่างไม่ย่อท้อ

ภักพล นันตาวีราช (2551) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นความปรารถนาที่ได้รับผลสำเร็จในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวางพยายามหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา มีความทะเยอทะยานสูงเพื่อนำตนเองไปสู่ความสำเร็จ มีความต้องการเป็นอิสระในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ต้องการชัยชนะในการแข่งขัน มุ่งมั่นที่จะทำได้ ดีเลิศ เพื่อให้บรรลุมาตรฐานที่ตนเองตั้งไว้

เต็มศักดิ์ คทวนิช (2550) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากความต้องการที่จะพยายามทำกิจกรรมหนึ่งกิจกรรมใดที่ได้รับมอบหมายหรือรับผิดชอบ อยู่ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ไม่ว่างานนั้นจะมีความยากลำบากหรือประสบปัญหาอุปสรรคมากน้อยเพียงใด บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะอดทนไม่เกิดความย่อท้อ ในทางตรงกันข้ามกลับยิ่งพยายามหาทางฟันฝ่าและเอาชนะปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ เหล่านั้นด้วยตนเองเพื่อความสำเร็จและความภาคภูมิใจที่จะเกิดขึ้นกับตน ในขณะที่เดียวกันถ้าบุคคลนั้นไม่สามารถฟันฝ่าอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้แล้ว บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะรู้สึกกังวลอยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นว่าเป็นบุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เช่น ชอบทำงานที่ยากและท้าทายสลับซับซ้อนได้เป็นเวลานาน ๆ ชอบการแข่งขันและต้องการชัยชนะ มีความทะเยอทะยานสูง ต้องการพัฒนาตนเองอยู่ตลอดเวลา มีเป้าหมายที่เด่นชัดแน่นอน เป็นของตัวเอง ไม่ชอบการเลียนแบบ มีการวางแผนในการทำงานล่วงหน้า มีระดับความคาดหวังสูง มีความอดทนและมานะบากบั่นที่จะเอาชนะอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ และชอบทำอะไรด้วยตนเอง เป็นต้น

จากความหมายที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาที่จะกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีแม้จะมีความยุ่งยากลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค พยายามหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาที่จะนำตนไปสู่ความสำเร็จ ในการบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตนตั้งไว้

แนวทางการสร้างและพัฒนาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้และฝึกฝนทักษะให้พัฒนาสูงขึ้น แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีผลต่อการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียน โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนะแนวทางการสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ดังต่อไปนี้

ประสาท อิศรปริดา (2547) ได้กล่าวถึงการสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนได้เข้าใจความปรารถนาของตนเอง โดยการศึกษาด้วยตนเองและยอมรับความต้องการของบุคคลอื่น ๆ ด้วย
2. สามารถเลือกจุดมุ่งหมายที่เป็นไปได้จริง ๆ สำหรับตนเอง เป็นการสร้างจุดมุ่งหมายจากภายในตนเอง
3. พัฒนาการวางแผนงานให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง และมีการกระทำที่สามารถปฏิบัติให้ถึงจุดมุ่งหมายนั้นได้
4. ให้อำนาจที่ว่าจะจะไปสู่จุดมุ่งหมายได้อย่างไร โดยเน้นให้เกิดความรับผิดชอบต่อตนเอง และดำเนินการตามแผนที่สามารถปฏิบัติได้

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า มีการศึกษาไว้ มีผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กรรณา ศรีรุณ (2552) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2 จำนวน 1,424 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจัยด้านครอบครัว แบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจัยด้านเพื่อน แบบสอบถามเกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้คือ ค่าสถิติพื้นฐาน การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านเพื่อน ปัจจัยด้านตัวนักเรียน ปัจจัยด้านครอบครัว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยปัจจัยรวมทั้ง 3 ด้านร่วมอธิบายแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 41.50

นิตยา สิทธิเสื่อ (2553) วิจัยเรื่อง ผลของการเสริมสร้างพลังแห่งคนตามทฤษฎีโปรแกรมภาษาประสาทสัมผัสที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านทับช้าง จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมพลังแห่งคนตามทฤษฎีโปรแกรมประสาทสัมผัสที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านทับช้าง จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้จากการคัดเลือกนักเรียนที่ได้คะแนนจากการตอบแบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำกว่า 123 คะแนน จำนวน 15 คน และสมัครใจร่วมการทดลอง จำนวน 12 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ โปรแกรมการเสริมสร้างพลังแห่งคนตามทฤษฎีโปรแกรมภาษาประสาทสัมผัส แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบสัมภาษณ์ความรู้สึกหลังการทดลอง สถิติที่ใช้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้การทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยพบว่า 1) ระยะก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เฉลี่ย 93.00 เท่ากัน ระยะหลังทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เฉลี่ย 121.33 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เฉลี่ย 94.00 ระยะติดตามผลนักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เฉลี่ย 122.67 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เฉลี่ย 93.67 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะหลังการทดลองสูงกว่าระยะก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนกลุ่มควบคุมมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะก่อนการทดลองและระยะหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 5) นักเรียนกลุ่มควบคุมมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 6) นักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะหลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 7) นักเรียนกลุ่มทดลองมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระยะติดตามผลสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณัฐวดี วังสินธ์ (2553) วิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของข้าราชการครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายโสธร เขต 1: การวิเคราะห์เส้นทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างเจตคติที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ประสิทธิภาพการสอนและความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน กับพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของข้าราชการครู 2) สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการอธิบายความแปรปรวนของพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของข้าราชการครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้าราชการครูในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายโสธร เขต 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 450 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นอย่างเป็นสัดส่วน เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรเป็นแบบมาตรการประเมิน 6 ระดับ จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ แบบวัดเจตคติที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบวัดความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และแบบวัดพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์เส้นทางโดยใช้โปรแกรม AMOS ผลการวิจัยพบว่า 1) ตัวแปรเหตุที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียงลำดับความสำคัญ ดังนี้ คือ ประสิทธิภาพในการสอน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เจตคติต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน โดยมีค่าอิทธิพลรวมเท่ากับ .625, .610, .303

และ -.057 ตามลำดับ 2) ตัวแปรเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงต่อพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเรียงลำดับความสำคัญ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (.387) เจตคติที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (.303) ประสบการณ์ในการสอน (.296) และความสัมพันธ์ระหว่างครูครูกับนักเรียน (-.110) ตัวแปรเหตุที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (.223) ประสบการณ์ในการสอน (.328) และความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (.053) 3) รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 1.322 $p = .516$ ค่า $CMIN/DF = .661$ ค่า $RMSEA = .000$ และค่า $CFI = 1.000$ ตัวแปรเหตุทุกตัวในรูปแบบสามารถทำนายพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ร้อยละ 71.0

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	กรุณา ศรีรุ่ง (2550)	นิตยา ลิขสิทธิ์ (2553)	ณัฐวิทย์ วัฒนชัย (2553)
1. ความต้องการความสำเร็จ	✓		✓
2. ความต้องการรักใคร่ผูกพัน	✓	✓	✓
3. ความต้องการอยากมีอำนาจ	✓	✓	✓
4. กล้าเสี่ยงพอสมควร		✓	
5. ความกระตือรือร้น		✓	✓
6. ความรับผิดชอบของตนเอง		✓	✓
7. ต้องการทราบผลการตัดสินใจ		✓	
8. การคาดการณ์ล่วงหน้า	✓		✓
9. มีทักษะการจัดระบบงาน			
10. มีความมั่นใจ			✓

ในการศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังนี้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์พิจารณาจาก 1) ความต้องการความสำเร็จ 2) ความต้องการรักใคร่ผูกพัน 3) ความต้องการอยากมีอำนาจ

แนวคิดเกี่ยวกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องหาวิธีการ เทคนิควิธีการต่าง ๆ เพื่อให้การสอนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวเกี่ยวกับบรรยากาศการเรียนรู้ การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ บรรยากาศในชั้นเรียน หรือบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ไว้มากมาย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะเรียกว่าบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมีความพอใจและสนใจต่อการเรียน การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนจะช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนน่าสนใจ จูงใจให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียนซึ่งนักการศึกษาได้ใช้กล่าวถึงบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้

ความหมายของบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ศิริพร จีปนวัฒนา (2553) กล่าวว่า การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนเพื่ออำนวยความสะดวกกิจกรรมการเรียนการสอน และกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้การดำเนินการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างความสนใจ ใฝ่รู้ใฝ่ศึกษา ตลอดจนสร้างเสริมความมีระเบียบวินัยให้แก่ผู้เรียน

สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ (2544) กล่าวว่า บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เอื้ออำนวยความสะดวกการเรียนการสอน เพื่อช่วยส่งเสริมให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยสร้างความสนใจใฝ่ศึกษา ตลอดจนช่วยเสริมสร้างความมีระเบียบวินัยให้แก่ผู้เรียน

ความสำคัญของบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น การสร้างบรรยากาศที่อบอุ่น ครูมีความเอื้ออาทรต่อผู้เรียน ซึ่งครูผู้สอนสามารถสร้างบรรยากาศเหล่านี้ให้เกิดขึ้นได้ การสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้จึงมีความสำคัญดังนี้ (ศิริพร จีปนวัฒนา, 2553)

1. ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างราบรื่น เช่น ห้องเรียนที่ไม่คับแคบจนเกินไป ทำให้นักเรียนเกิดความคล่องตัวในการทำกิจกรรม
2. ช่วยสร้างเสริมทักษะที่ดีงามและความมีระเบียบวินัยให้แก่ผู้เรียน เช่น ห้องเรียนที่สะอาด จัดโต๊ะเก้าอี้ไว้อย่างเป็นระเบียบ มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อกัน นักเรียนจะซึมซับสิ่งเหล่านี้ไว้โดยไม่รู้ตัว

3. ช่วยส่งเสริมสุขภาพที่ดีให้แก่ผู้เรียน เช่น มีแสงสว่างที่เหมาะสม มีที่นั่งไม่ใกล้กระดานดำมากจนเกินไป มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้เหมาะสมกับวัย
4. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และสร้างความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เช่น มุมวิชาการต่าง ๆ การจัดป้ายนิเทศ การตกแต่งห้องเรียนด้วยผลงานของนักเรียน
5. ช่วยส่งเสริมการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคม เช่น การฝึกให้มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อการฝึกให้มีอัธยาศัยไมตรีในการอยู่ร่วมกัน
6. ช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนและการมาโรงเรียน เพราะในชั้นเรียนมีครูที่เข้าใจนักเรียน ให้ความเมตตาเอื้ออารีและนักเรียนมีความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

องค์ประกอบของบรรยากาศการเรียนรู้

องค์ประกอบของบรรยากาศการเรียนรู้ มีผู้แสดงความคิดเห็นไว้หลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมดังนี้

ทวีศิลป์ สารแสน (2543) กล่าวถึง สภาพแวดล้อมทางการเรียนหรือบรรยากาศการเรียนรู้ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ องค์ประกอบด้านกายภาพ (Physical environment) องค์ประกอบด้านจิตภาพ (Psychology environment) และองค์ประกอบด้านสังคม (Social environment)

1. องค์ประกอบด้านกายภาพ (Physical environment) เป็นสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ส่งผลกระทบต่อการศึกษา แบ่งเป็นสภาพแวดล้อมในห้องเรียน และสภาพแวดล้อมนอกห้องเรียน

1.1 สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ประกอบด้วย ห้องเรียนและอุปกรณ์ ได้แก่ พื้นห้องผนังห้อง ประตู ขนาดและพื้นที่ว่างภายในห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ กระดานดำ อุปกรณ์ตกแต่งห้องเรียน เช่น แจกันดอกไม้ ภาพวาด เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ McVey (1986) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบการเรียนรู้ด้านกายภาพประกอบด้วย แสงสว่าง สี เสียง บริเวณที่ว่าง เฟอร์นิเจอร์และลักษณะของสถานที่ที่ใช้เรียน

นอกจากนี้ ได้กล่าวถึงการจัดห้องเรียนและจัดที่นั่งนักเรียนว่า การจัดที่นั่งและการเลือกที่นั่งของนักเรียน มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้าให้นักเรียนเลือกที่นั่งเอง ผู้ที่นั่งหน้าจะมีผลการเรียนดีกว่าผู้ที่นั่งหลัง แต่ถ้าสุ่มให้นั่งพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ออกมาไม่ต่างกัน แต่ผู้ที่นั่งหน้าชั้นจะมีปฏิสัมพันธ์มากกว่า

การจัดเครื่องตกแต่งห้องเรียน ป้ายนิเทศและมุมกิจกรรมมีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อ การเรียนรู้ของนักเรียน

ห้องปฏิบัติการ สภาพแวดล้อมทางกายภาพของห้องปฏิบัติการจะครอบคลุมเกี่ยวกับพื้นที่ห้อง ขนาดห้อง ประตู หน้าต่าง โต๊ะ เก้าอี้ แสง เสียง และการระบายอากาศ นอกจากนี้

ก็มีอุปกรณ์เฉพาะของห้องปฏิบัติการนั้น เช่น ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จะมีอุปกรณ์ทดลองที่แตกต่างกันไป

เสียงของห้องเรียน สัมผัสที่สัมผัสต่อพฤติกรรมและจิตใจของมนุษย์ ดังที่ Knirk (1979) ได้สรุปงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ของฝาโรงพยาบาลที่มีต่อคนไข้พบว่า คนไข้จะฟื้นเร็ว ถ้าเขาอยู่ในห้องที่ทาสีน้ำเงิน และพบว่าสีน้ำเงินทำให้คนไข้โรคจิตลดความรุนแรงลง ส่วนสีเหลืองสามารถทำให้เกิดความอบอุ่น ซึ่งสามารถใช้ทาในห้องเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้

เสียง ได้แก่ เสียงบรรยายของผู้สอน เสียงสนทนาระหว่างผู้สอน เสียงสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้เรียน เสียงจากเครื่องขยายเสียง เป็นต้น เสียงต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องมีระดับความดังที่เหมาะสม ไม่ก้อง ไม่ซ่า และเสียงกวนจากภายนอกห้องเรียน เสียงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก นักเรียนควรได้ยินอย่างชัดเจนในสิ่งที่ต้องการให้ได้ยิน เสียงรบกวนที่มากเกินไปจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แต่เสียงรบกวนบางอย่างถ้านำมาใช้อย่างเหมาะสมก็จะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน เช่น Background music ซึ่งไม่เพียงแต่จะสามารถช่วยกำจัดสิ่งรบกวนอื่น ๆ ให้หมดไปเท่านั้น ยังมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้อีกด้วย

แสงสว่าง ได้แก่ แสงธรรมชาติ เป็นแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ และแสงประดิษฐ์ ธรรมชาติ เป็นแสงจากดวงโคม ซึ่ง Ott (1976) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของแสงในห้องเรียนที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบปกติที่มีแสงมาตรฐานขาวเย็น พบว่านักเรียนมีการแสดงออกพฤติกรรมมากกว่า นักเรียนที่อยู่ในห้องที่มีการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ไม่เหมาะสมกับสายตา เกิดคลื่นรบกวน

การระบายอากาศ ได้แก่ การระบายอากาศจากธรรมชาติ คือ ลม และการระบายอากาศจากอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ได้แก่ พัดลมและเครื่องปรับอากาศ สภาพการระบายอากาศจะต้องมีการถ่ายเทอากาศ มีอุณหภูมิที่พอเหมาะและมีความชื้นที่พอเหมาะด้วย

อุณหภูมิ มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งได้มีการทดลองโดยให้นักเรียนเรียนในห้องเรียนที่มีเครื่องปรับอากาศกับห้องเรียนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนในห้องเรียนที่มีเครื่องปรับอากาศมีการแสดงออกมากกว่าและมีการปฏิบัติงานผิดพลาดน้อยและใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่านักเรียนที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ

1.2 สภาพแวดล้อมทางการเรียนนอกห้องเรียน ครอบคลุมแหล่งวิทยบริการและห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับการเรียน เป็นแหล่งที่ผู้เรียนจะไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและเป็นแหล่งปฏิบัติทางภาษา ห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ สภาพแวดล้อมทางกายภาพในการเรียนนอกห้องเรียนจะครอบคลุมเกี่ยวกับอุปกรณ์สำหรับการศึกษาค้นคว้า

2. องค์ประกอบด้านจิตภาพ (Psychology environment) เป็นองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ทำให้เกิดความรู้สึกในทางบวกหรือลบ สภาพแวดล้อมทางจิตภาพในการเรียนการสอนจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ สภาพแวดล้อมทางจิตภาพที่เป็นกายภาพ และสภาพแวดล้อมทางจิตภาพที่เป็นบุคคล

2.1 สภาพแวดล้อมทางจิตภาพที่เป็นกายภาพ เป็นสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดทางบวกหรือลบ ตัวแปรที่ก่อให้เกิดความรู้สึกดังกล่าว อาทิ สี พื้นที่ว่าง และสภาพแออัด เป็นต้น

สีกับความรู้สึก มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของมนุษย์ สีทำให้เกิดความรู้สึกที่แตกต่างกัน บางสีทำให้รู้สึกสบายตาสบายใจ น่าสนใจ รู้สึกสดชื่น แต่บางสีทำให้รู้สึกเร้าร้อน เช่น สีแดง เป็นต้น

พื้นที่ว่างกับความใกล้ชิด โดยทั่วไปแล้วบุคคลจะมีพื้นที่ว่างส่วนบุคคลประมาณ 2-3 ตารางฟุต ของแต่ละคน ถ้าหากมีบุคคลอื่นล่วงล้ำเข้าไปในอาณาเขตส่วนบุคคล บุคคลนั้นย่อมรู้สึกอึดอัด และพยายามปกป้องไม่ให้มีการล่วงล้ำเข้าไปในอาณาเขตส่วนบุคคล

สภาพแออัดกับความรู้สึกอึดอัด สภาพพื้นที่ห้องที่แคบ ทำให้คนรู้สึกอึดอัด ความรู้สึกอึดอัดนี้เป็นความรู้สึกของบุคคลที่อยู่ในสภาพแออัด เกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจ ไม่พึงปรารถนา มีความต้องการหลีกเลี่ยง ผลจากความรู้สึกอึดอัดนี้อาจก่อให้เกิดความเครียด และมีอาการทางประสาท ต้องการหนีจากสภาพเป็นอยู่

2.2 สภาพแวดล้อมทางจิตภาพที่เป็นบุคคล เป็นสภาพแวดล้อมที่มีผลเนื่องมาจากบุคลิกภาพของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ได้แก่ บุคลิกภาพของครูที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกของนักเรียนทั้งในทางบวกและทางลบ บุคลิกภาพของบุคคลเป็นลักษณะเฉพาะตัวของบุคคลซึ่งแบ่งเป็นลักษณะภายนอก และลักษณะภายใน สำหรับบุคลิกภาพที่เป็นลักษณะภายนอกนั้น เป็นลักษณะรูปร่างที่มองเห็นได้ สัมผัสได้ เช่น ลักษณะสูงใหญ่ หูยาน มือยาว หน้าขาว ริมฝีปากแดง เป็นต้น ลักษณะภายนอกนี้อาจก่อให้เกิดความรู้สึกทั้งทางบวก คือความรู้สึกชื่นชม น่านับถือ น่าเข้าใกล้ สำหรับบุคลิกภาพ ที่เป็นลักษณะภายใน เป็นลักษณะนิสัยซึ่งสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสโดยตรงไม่ได้ อาทิ ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความโอบอ้อมอารี ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น การยอมรับตนเองและผู้อื่น ความยุติธรรม ความอดทน ความอดกลั้น ความละเอียดต่อการทำบาป และความสงบเยือกเย็น เป็นต้น

สภาพแวดล้อมทางจิตภาพที่เป็นบุคคล ซึ่งมีผลมาจากบุคลิกภาพของบุคคลและลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน จะมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนในด้านประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการเรียนการสอนได้ทั้งทางบวกและทางลบ การกำหนด

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสังคมที่จะส่งผลทางลบ โดยมีการกำหนดข้อตกลงเพื่อเป็นแนวปฏิบัติในสังคม ได้แก่ การกำหนดกฎระเบียบ กำหนดกฎหมาย ขนบธรรมเนียมประเพณี และวัฒนธรรม ซึ่งเป็นแนวทางที่กำหนดไว้ว่า จะปฏิบัติตนอย่างไร มีเงื่อนไขอะไรบ้าง ถ้าหากไม่ปฏิบัติตามนั้น ในด้านการเรียนการสอนก็มีการกำหนดระเบียบข้อปฏิบัติ ซึ่งการกำหนดจะต้องสอดคล้องกฎระเบียบของสังคมด้วย

2. องค์ประกอบด้านสังคม (Social environment) องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านสังคม โดยเฉพาะสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการออกกฎระเบียบก็คือ ผู้สอน สำหรับสภาพแวดล้อมทางสังคมในโรงเรียน ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการออกกฎระเบียบคือผู้บริหารโรงเรียนในการกำหนดกฎระเบียบนี้จะมีลักษณะเป็นอย่างไรนั้น ปัจจัยหนึ่งเกิดจากความเชื่อ ถ้าหากผู้บริหารหรือผู้สอนเชื่อว่าบุคคลในบังคับบัญชา หรือผู้เรียนมีลักษณะเป็นคนใจเกียจไม่รับผิดชอบ การออกกฎระเบียบจะมีลักษณะเข้มงวด ช่มชู้ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลจะห่างเหิน ลักษณะผู้ใหญ่กับเด็ก นายกับบ่าว นักโทษกับผู้ควบคุม เป็นต้น แต่ถ้าหากผู้บริหารหรือผู้สอนเชื่อว่า ผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา หรือผู้เรียนเป็นคนขยัน มีความรับผิดชอบ การกำหนดกฎระเบียบจะมีลักษณะที่ให้การสนับสนุน อำนวยความสะดวก และให้เสรีภาพ มีความเป็นประชาธิปไตย กฎระเบียบในลักษณะนี้มีความสัมพันธ์จะเป็นมิตร มีความเป็นกันเองมีความร่วมมือกัน ฟังความคิดเห็นกันและกัน

ชาอุชัย อาจินสมจาร (2544) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของบรรยากาศการเรียนรู้อย่างกายภาพ (Physical environment) สิ่งแวดล้อมทางกายภาพของชั้นเรียน พร้อมกับการจัดเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ มีอิทธิพลต่อสติปัญญา สังคม อารมณ์และช่วยกำหนดความมันง่ายหรือยากแก่ไหนที่ครูจะสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนจะเรียนได้ดีแค่ไหน ชั้นเรียนควรเป็นสถานที่สบายและน่าสนใจเพื่อการเรียนและทำกิจกรรมจัดระเบียบเป็นอย่างดีสำหรับกิจกรรมการสอนและการเรียนรู้ มันควรสนับสนุนและส่งเสริมการสอนและการจัดการที่มีประสิทธิภาพ จัดที่นั่งต่าง ๆ ให้เหมาะสม มีกลยุทธ์การสอนหลากหลาย มันจะเป็นการดีที่สุดในการจัดเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ในลักษณะที่ครูสามารถมองเห็นนักเรียนทุกคนง่ายต่อการหยิบปัจจัยต่าง ๆ สำหรับครูและนักเรียน การจัดอย่างนี้สามารถสงวนเวลาในชั้นและลดการรบกวนและความล่าช้า ส่วนองค์ประกอบด้านจิตภาพ (Psychology environment) นั้นกล่าวว่า พฤติกรรมของครูสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับบรรยากาศในชั้นเรียน ขณะเดียวกันก็สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ครูสามารถทำได้เป็นอย่างมาก เพื่อก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้อย่างบวกโดยการประกันว่า ชั้นเรียนเป็นสถานที่ที่มีความปลอดภัย เป็นระเบียบสามัคคี และมีความเป็นมิตรในการทำงาน ครูสามารถทำให้สิ่งดังกล่าวประสบความสำเร็จโดย

1. เป็นตัวอย่างในเจตคติและพฤติกรรมทางบวกและสร้างสรรค์ ต่อเพื่อนร่วมงาน นักเรียนและผู้ปกครอง
2. ใช้อำนาจหน้าที่อย่างยุติธรรม
3. ให้ความอบอุ่นและการสนับสนุน
4. ส่งเสริมความคิดหรือความร่วมมืออิสระตามความเหมาะสม
5. กระตุ้นนักเรียนให้เรียนรู้และให้มาตรการในการเลือกแก่เขาในกระบวนการเรียนรู้
6. ประกันความสมดุลที่มีเหตุผลระหว่างผลสะท้อนกลับในทางบวกและทางลบ
7. หาโอกาสเพื่อทำให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าได้รับการสนับสนุน การยอมรับ มีคุณค่า ประสบความสำเร็จ มีความมั่นคงทางอารมณ์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) กล่าวถึงองค์ประกอบของบรรยากาศการเรียนรู้ทางกายภาพ (Physical environment) ว่าควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ห้องเรียนมีสีสันทนดูและเหมาะสม สบายตา อากาศถ่ายเทได้ดี ปราศจากเสียงรบกวน และมีขนาดกว้างขวางเพียงพอกับจำนวนผู้เรียน
2. ห้องเรียนต้องสะอาดถูกสุขลักษณะ น่าอยู่ตลอดจนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย
3. สิ่งที่อยู่ภายในห้องเรียน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ สื่อการสอนประเภทต่าง ๆ เช่น กระดาน จอรับภาพ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ สามารถเคลื่อนไหวได้ และสามารถดัดแปลงให้เอื้ออำนวยต่อการสอน และการจัดกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้
4. ควรจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสอนในแต่ละครั้ง เช่น ให้มีความเหมาะสมต่อการสอนวิธีต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น วิธีสอนโดยกระบวนการกลุ่ม วิธีบรรยาย และวิธีการแสดงละคร เป็นต้น

ส่วนบรรยากาศด้านจิตภาพ (Psychology environment) นั้นกล่าวว่า บรรยากาศทางจิตใจหรือบรรยากาศทางจิตวิทยา มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนอย่างมาก เพราะการเรียนการสอนจะดำเนินอย่างมีชีวิตชีวา และราบรื่นนั้น ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้สอนกับผู้เรียนต้องมีความสัมพันธ์กันและมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไม่มีการหวาดระแวงกัน ปราศจากการติและวิพากษ์วิจารณ์ในทางลบหรือทางไม่ดี เป็นบรรยากาศของการให้ความร่วมมือกันและกัน ซึ่งทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างบรรยากาศทางจิตใจร่วมกัน บรรยากาศทางจิตใจมีดังนี้

1. บรรยากาศความคุ้นเคยหรือความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน บรรยากาศดังกล่าวนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนเป็นผู้ร่วมกันสร้าง ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- 1.1 บุคลิกภาพของผู้สอน ได้แก่ การยิ้มแย้มแจ่มใส การแต่งกายสุภาพและสะอาด มีอารมณ์ขัน ท่าทางเหมาะสม การใช้คำพูดเหมาะสม และมีน้ำเสียงน่าฟัง สิ่งเหล่านี้เป็นการเข้าใจและดึงดูดความสนใจผู้เรียน

1.2 พฤติกรรมการสอนของผู้สอน เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ค้นคว้าด้วยตนเองเปิดโอกาสให้ซักถามโต้แย้งและถามคำถามหรือการสอนที่ผู้สอนมีความเป็นประชาธิปไตย ซึ่งจะทำให้ห้องเรียนดำเนินการเรียนการสอนด้วยความสนุก และมีชีวิตชีวา

1.3 พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมสร้างบรรยากาศอย่างมาก คือ การเข้าร่วมกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดหรือแนะนำอย่างเต็มใจ โดยปราศจากการวิพากษ์วิจารณ์ ผู้เรียนกับผู้เรียนรู้จักกัน คู่แข่งกัน และมีความไว้วางใจกันและกัน มีการตอบคำถามผู้สอนและผู้เรียนด้วยกัน มีการถามตลอดจนโต้แย้งกับผู้สอนและผู้เรียนอย่างมีเหตุผล และถูกต้องตามกาลเทศะ

2. บรรยากาศที่เป็นอิสระคือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้และเน้นการทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ตลอดจนประสานความคิดร่วมกัน เป็นบรรยากาศที่จะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวาและสนุกสนาน จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาหรือเรื่องที่เรียน อีกทั้งเป็นการพัฒนาความเป็นผู้มีคุณลักษณะของนักคิด คือ มีลักษณะใจกว้าง มีเหตุผล ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ไม่เป็นผู้ยึดมั่นในความคิดของตนเป็นหลักอย่างเดียว ใฝ่รู้ ไม่คว่นตัดสินเรื่องใดง่ายโดยปราศจากการคิดไตร่ตรอง

3. บรรยากาศที่ทำท่าย คือ บรรยากาศที่ผู้สอนสร้างให้ผู้เรียนกระตือรือร้น สนใจติดตาม ค้นคว้าศึกษา เช่น การถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด การค้นคว้า การถามเรื่องราวที่ทันสมัยทันเหตุการณ์ของประเทศและของโลก การให้ทำงานที่ยากและซับซ้อน หรือที่ต้องอาศัยความพยายามในการค้นหาและทำให้สำเร็จ ตลอดจนการสร้างบรรยากาศแข่งขันกันระหว่างบุคคลหรือระหว่างกลุ่ม เป็นต้น

4. บรรยากาศของการยอมรับนับถือ คือ บรรยากาศที่ผู้เรียนยอมรับนับถือผู้สอนในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้และมีความสามารถทั้งด้านเนื้อหา และกระบวนการถ่ายทอดความรู้ ที่สามารถทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ คือ มีความรู้และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทั้งในการทำงาน และชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังเป็นบรรยากาศที่ผู้สอนจะต้องยอมรับผู้เรียนในฐานะปัจเจกบุคคลที่มีความสามารถ สติปัญญา ความถนัด ทักษะแตกต่างกัน โดยยอมรับในคุณค่าของผู้เรียนแต่ละคน และนำคุณค่าหรือความสามารถของแต่ละคนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ หรือนำความสามารถที่แตกต่างกันมาประสานสัมพันธ์ให้เกิดประโยชน์ เกิดมรรคผลอันพึงจะได้ เป็นวิธีแตกต่างกัน ไม่มีใครโกงเรียนไม่ได้ และไม่มีผู้ใดฉลาดแบบเป็นเลิศจนไม่ต้องเรียน ถ้าผู้สอนสามารถสร้าง

บรรยากาศดังกล่าวได้จะทำให้ผู้เรียนพบเห็นคุณค่าของตัวเอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง

5. บรรยากาศของการควบคุม เป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนมีวินัยในตัวเอง ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ ระเบียบวินัยของห้องเรียน และความรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนด โดยผู้เรียนมีหน้าที่รับผิดชอบงานของตนเอง มีความตรงต่อเวลาในการเข้าเรียนและออกจากห้องเรียน ตลอดจนการตรงต่อเวลาในการส่งงานมีวินัยในการประพฤติปฏิบัติในห้องเรียนอย่างเหมาะสมทั้งด้านการแต่งกาย ภาษาท่าทาง ตลอดจนวาจาที่ใช้มีความสุภาพและเป็นผู้มีสัมมาคารวะ ให้ตระหนักเสมอว่าการศึกษาที่ผู้สอนมีความคุ้นเคย เป็นกันเองกับผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งที่ดีแต่ต้องสร้างให้ผู้เรียนมีความเกรงใจและประพฤติในทางเหมาะสมทั้งกาย วาจาและใจด้วย

6. บรรยากาศของการกระตุ้นความสนใจ คือ ผู้สอนทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำหนดและผู้สอนรู้จักการให้การเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มความถี่ของการมีพฤติกรรมในทางพึงประสงค์

อารี พันธุ์ณี (2545) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอนคือ ผู้สอนและผู้เรียน โดยครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนก็เป็นผู้ตอบสนองและเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอน ให้เป็นไปในรูปแบบต่างกัน บรรยากาศการเรียนการสอนที่ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจ เป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแลช่วยเหลือจะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับมองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรกระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับตนเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำสำเร็จ ด้วยความคิดที่ว่า “ถ้าคุณเชื่อว่า你能ทำได้ คุณก็จะทำสำเร็จ” ส่วนการดำเนินคดีเรียน คุณครูคุณครู เยอะแยะ ถากถาง ประชดประชัน เสียสติ จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกอับอาย เสียหน้า และขาดกำลังใจที่จะเรียนรู้และลิตรอนความคิดสร้างสรรค์

Lawrencz (1976) กล่าวว่า บรรยากาศในห้องเรียนเป็นสภาพแวดล้อมทางสังคม ซึ่งประกอบด้วย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน บรรยากาศของห้องเรียนย่อมมีอิทธิพลต่อสภาพจิตใจหรืออารมณ์ของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีสภาพจิตใจดี อารมณ์แจ่มใส กระฉับกระเฉง มีความสนใจ ฟังพอใจในการเรียนย่อมช่วยเสริมการเรียนรู้ได้ดีและมากขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การจัดสิ่งแวดล้อมและสร้างบรรยากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ เกิดบรรยากาศที่กระตุ้นแรงจูงใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีความเชื่อมั่นกล้าคิด กล้าทำ การจัดสิ่งแวดล้อมและสร้างบรรยากาศที่ดีจะช่วยเอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งผลให้เรียนรู้อย่างมีความสุข พัฒนาศักยภาพของนักเรียน มีความคิด

สร้างสรรค์ เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ต้องปรับวิธีเรียนเปลี่ยนวิธีสอนแล้วต้องคำนึงถึงสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่สามารถดำเนินการบริหารจัดการที่ดีให้สิ่งแวดล้อมมีบรรยากาศที่เหมาะสมกับการเป็นแหล่งเรียนรู้ที่คุ้มค่าเกิดประโยชน์สูงสุดเอื้อต่อการเรียนรู้ เช่นความเหมาะสมของวัย ความเหมาะสมด้านความรู้ ความถนัด ความแตกต่างระหว่างบุคคลและความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ การสร้างบรรยากาศด้านกายภาพ ด้านอารมณ์จะนำไปสู่การกระตุ้นการเรียนรู้ ความอยากเรียนรู้ เกิดพัฒนาการด้านสติปัญญาของนักเรียนได้

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคุณภาพ
โครงการวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้	ทวีติลป์ สารแดน (2543)	ชาญชัย อจินสมजार (2544)	พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2545)	อารี พันธุ์มณี (2545)	ลอเรนซ์ 1976)	สสวท. (2555)
1. องค์ประกอบด้านกายภาพ	✓	✓	✓			✓
2. องค์ประกอบด้านจิตภาพ	✓	✓	✓	✓		✓
3. องค์ประกอบด้านสังคม	✓				✓	

ในการศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังนี้ พิจารณาบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่

1) ด้านกายภาพ 2) ด้านจิตภาพ 3) ด้านสังคม

แนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ และมีความชำนาญ เพื่อให้สามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการแสวงหาความรู้ ความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ที่จะเกิดจากการสังเกตแล้วรวบรวมข้อมูลผ่านทางประสาทสัมผัสและนำข้อมูลที่ได้ไปจัดจำแนก
 คิดพิจารณาด้วยเหตุและผล เกิดเป็นความคิดและความเชื่อ และเมื่อนำความคิด ความเชื่อนั้น
 ไปปฏิบัติจะก่อให้เกิดการสังเกต การรวบรวมข้อมูลและการคิดเป็นวัฏจักรอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
 ในขณะเดียวกันยังสามารถนำไปใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งด้านวิชาชีพและวิชาสามัญ
 นอกจากนี้ยังสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
 และงานอาชีพได้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้แตกต่างกัน
 หลายประการ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความพยายามในการใช้
 ในการสืบเสาะหาความรู้ (scientific inquiry) การแก้ปัญหา โดยแก้ปัญหามุ่งผ่านการสังเกต การสำรวจ
 ตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ

ณัฐญา อัมรินทร์ (2556) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 พฤติกรรมที่เกิดจากการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความชำนาญและคล่องแคล่ว
 ในการใช้เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2554) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และ
 แก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา ซึ่งเป็นการทำงานของสมอง และไม่ใช่
 ทักษะที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการต่าง ๆ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะ
 บางประการ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ การทดลอง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ
 การตั้งสมมติฐาน การบันทึกข้อมูลและการสื่อความหมาย การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป
 โดยทักษะเหล่านี้ นักเรียนจะแสดงออกมาในขณะที่มีการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

พัชดาวัน นาใจแก้ว (2555) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 ความสามารถ ความชำนาญในการคิด การค้นคว้า แก้ปัญหา เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหา

จากการรวบรวมความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า
 ความสามารถของผู้เรียนในการสืบหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างเป็นระบบ
 เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกาเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American association for the advancement of science: AAAS) ได้ศึกษาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะแบ่งเป็นทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มี 8 ทักษะ คือ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการคำนวณ
- 4) ทักษะการจำแนกประเภท
- 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
- 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 8) ทักษะการพยากรณ์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มี 5 ทักษะ คือ

- 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2) ทักษะการกำหนดคำนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 4) ทักษะการทดลอง
- 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและสรุปผล

ลักษณะของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน คือ มุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและให้รู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การนำความรู้ความสามารถต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกปฏิบัติจากวิชาการต่าง ๆ ทั้งด้านวิชาชีพและวิชาสามัญ เช่นวิธีการคิด วิธีการสังเกต วิธีการปฏิบัติ วิธีการวางแผน วิธีการสรุปผล เป็นต้น เป็นการฝึกและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งรายละเอียดพฤติกรรมในแต่ละทักษะมีดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิด และความเห็นของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง การสังเกตเป็นทักษะ

พื้นฐานที่นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความชำนาญ ความละเอียดในการสังเกต ซึ่งบางครั้งอาจต้องใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยในการสังเกต เพื่อให้เกิดความชัดเจนและมั่นใจมากยิ่งขึ้น

1.1 ประสาทตา หรือการมองเห็น เป็นการสังเกตที่ใช้ตามองคุณลักษณะ และสมบัติของวัตถุ เช่น ขนาด รูปร่าง สี และรสของวัตถุ

1.2 ประสาทหู หรือการได้ยิน เป็นการสังเกตที่ใช้หูฟัง เพื่อสังเกตลักษณะและสมบัติของวัตถุจากเสียงที่ได้ยิน เช่น ความดัง ระดับเสียง และจังหวะของเสียง

1.3 ประสาทจมูก หรือการได้กลิ่น เป็นการสังเกตที่ใช้จมูกดมกลิ่น เพื่อหาความสัมพันธ์ของวัตถุกับกลิ่นที่ได้รับ ซึ่งส่วนมากจะแสดงความสัมพันธ์ของกลิ่นที่ได้รับกับของวัตถุกลิ่นที่คุ้นเคย

1.4 ประสาทลิ้น หรือการชิม เป็นการสังเกตโดยใช้ลิ้นชิมรส เพื่อบอกรสชาติในการสังเกตโดยการชิมต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ชิมนั้นต้องไม่มีอันตรายและสะอาดเพียงพอ

1.5 ประสาทกาย หรือการสัมผัส เป็นการสังเกตโดยใช้ผิวหนังช่วย เพื่อบอกอุณหภูมิ ความละเอียดของเนื้อวัสดุ ความเป็ยกชิ้น ตลอดจนรูปร่างของวัตถุ

จากความหมายของการสังเกต อาจสรุปได้ว่า การสังเกต หมายถึงการบ่งชี้สมบัติของวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วรายงานผลการสังเกตออกมาเป็นรูปจำนวน พร้อมอ้างอิงหน่วยต่าง ๆ ซึ่งการสังเกตอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุ ทั้งปริมาณและคุณภาพ โดยเลือกใช้ประสาทสัมผัสให้ถูกต้องและเหมาะสม หรือเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุ หรือสถานการณ์ประเภทเดียวกันแต่ต่างชนิดกัน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ เกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกต เช่น รูปร่าง สี กลิ่น และข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับขนาด หรือปริมาณที่ได้จากการสังเกตไม่ใช่การวัดพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกต จะต้องมีความสามารถ ดังนี้

1) บ่งชี้และบรรยายลักษณะของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้ โดยการกะประมาณพร้อมอ้างอิงหน่วยมาตรฐาน

3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ หรือแยกแยะสิ่งที่ได้จากการสังเกต และสรุปอ้างอิงได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถ

ในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็ว และใกล้เคียงกับความจริง ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลขพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ ดังนั้นการวัดจะต้องประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง นาฬิกา เป็นต้น ค่าที่ได้จากการวัด ซึ่งเป็นตัวเลขที่แน่นอน และหน่วยในการวัด เช่น เมตร กิโลกรัม เป็นต้น

รูปแบบของการวัด การวัดอาจจำแนกได้ 3 แบบ ดังนี้

2.1 การนับจำนวน (Counting measurement) เป็นการวัดจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ที่นับออกมาเป็นจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นการวัดอย่างง่ายที่สุด

2.2 การวัดโดยตรง (Direct measurement) เป็นการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว และวัดได้โดยตรง เช่น การวัดความยาวโดยใช้ไม้บรรทัด หรือการวัดอุณหภูมิของร่างกายโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

2.3 การวัดโดยอ้อม (Indirect measurement) เป็นการวัดโดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วมีการคำนวณเพื่อหาค่าที่ต้องการทราบ เนื่องจากค่านั้นไม่มีเครื่องมือวัดโดยตรง หรือการวัดที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กมาก หรืออยู่ไกลมากจนไม่สามารถวัดได้โดยตรง

ในการวัดปริมาณใด ๆ จะต้องใช้เครื่องมือวัด การเลือกและใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ดังนั้นเมื่อจะทำการวัดปริมาณใด ๆ ผู้ทำการวัดจะต้องมีความสามารถในการใช้เครื่องมือวัด เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ดังนี้

- 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการวัด เช่น ถ้าต้องการวัดความยาวของสนามบาสเกตบอล จะต้องเลือกใช้ตลับเมตรหรือเทปวัดระยะแทนที่จะเลือกใช้ไม้บรรทัด
- 2) ใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง รู้วิธีการใช้เครื่องมือและข้อจำกัดของเครื่องมือ นั้น ๆ
- 3) อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้พร้อมทั้งระบุหน่วยได้อย่างถูกต้อง
- 4) สามารถคิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่าง ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณนั้นได้ เช่นการหาปริมาตร

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถ ดังนี้

- 1) เลือกใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด
- 2) บอกเหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้
- 3) บอกวิธีการใช้เครื่องมือ และใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย
- 4) ทำการวัดความยาว พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง
- 5) อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ
- 6) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดการกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้อธิบายความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ จะต้องมีความสามารถ ดังนี้

- 1) การนับ ได้แก่ นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับได้ถูกต้อง
- 2) การคำนวณ บอกหรือแสดงวิธีคิดคำนวณได้ถูกต้อง
- 3) การหาค่าเฉลี่ย บอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้

4. ทักษะการจำแนก (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดให้มีสมบัติบางประการร่วมกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

การจัดจำแนกวัตถุหรือสิ่งใด ๆ ออกเป็นหมวดหมู่นั้น จะต้องกำหนดหรือตั้งอย่างหนึ่งอย่างใดขึ้นมา แล้วใช้เกณฑ์นั้นแบ่งวัตถุออกเป็นกลุ่มย่อย การเลือกใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนกเป็นหลัก เมื่อเกณฑ์การจำแนกเปลี่ยนไป จะทำให้กลุ่มที่ถูกระบุเปลี่ยนไปด้วย นอกจากนี้ทักษะการจำแนกยังรวมถึงการจัดเรียงลำดับสิ่งของหรือเหตุการณ์ด้วย ความสามารถในการจำแนกอาจจะแบ่งได้ดังนี้

1. สามารถจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่ตนเองกำหนดขึ้นได้
2. สามารถบอกเกณฑ์ที่บุคคลอื่นใช้จำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์

ตามที่กำหนดได้

3. สามารถจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่ตนเองกำหนดขึ้นได้
4. สามารถเขียนแผนผังจำแนกประเภทได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนก จะต้องมีความสามารถ ดังนี้

- 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้
- 2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่ตนกำหนดได้
- 3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้จำแนกสิ่งของที่ศึกษาได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิ และปริภูมิกับเวลา (Space/ space relationship and space/ time relationship) ปริภูมิ (Space) หมายถึง ลักษณะที่เกี่ยวกับ ระยะทาง ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา รูปร่าง ตำแหน่งที่อยู่ การเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้น ปริภูมิของวัตถุ

จึงหมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วปริภูมิของวัตถุ จะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความหนา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิ และปริภูมิกับเวลา หมายถึง ความชำนาญในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกตกับการมองในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัดวัตถุ ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้ สังเกตการเคลื่อนไหวของวัตถุโดยสามารถนึกเห็นและจัดกระทำกับวัตถุ และเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง ระยะทาง ความเร็ว ทิศทาง และการเคลื่อนไหว เพื่อบอกความสัมพันธ์ของมิติและภาวะการณ์นั้น หรือความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลา หรือปริภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะความสัมพันธ์ระหว่างปริภูมิกับปริภูมิ และปริภูมิกับเวลา

- 1) ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
- 2) วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือ 2 มิติที่กำหนดได้
- 3) บอกชื่อรูปทรงของวัตถุทางเรขาคณิตได้
- 4) บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และ 3 มิติได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication)

การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง หรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การแยกประเภท การจัดเรียงลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ และหรือให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ได้ดีขึ้น

การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาพูด หรือภาษาท่าทาง เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายให้ชัดเจนและรวดเร็ว องค์ประกอบของการสื่อความหมายประกอบด้วย ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร สาร และช่องทางรับสาร การสื่อสารที่ดี จะต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้อง รวดเร็ว ชัดเจนและผู้รับสารมีปฏิสัมพันธ์ตรงตามความต้องการของผู้ส่งสาร

รูปแบบของการสื่อความหมายข้อมูล การสื่อความหมายข้อมูลอาจกระทำได้

หลายรูปแบบ เช่น การบรรยาย การพูดปากเปล่า หรือการเล่าให้ฟัง การเขียนเป็นรายงาน การใช้ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แผนสถิติ หรือสมการ และการผสมผสานกันหลายรูปแบบ เป็นต้น

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) บรรยายรูปร่างลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุ จนผู้ฟังสามารถชี้ หยิบ จับ หรือระบุวัตถุนั้น ได้ถูกต้อง
- 2) บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือเหตุการณ์ใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด และสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 3) บรรยายหรือเขียนแผนผัง แผนที่ วงจรของวัตถุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบของการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ได้
- 4) จัดกระทำข้อมูลและเลือกสื่อ เพื่อเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีขึ้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุ หรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปวัตถุ หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ การลงความเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความเห็นได้หลายอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) อธิบายหรือสรุป โดยเพิ่มความคิดเห็นกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
- 2) แยกความแตกต่างระหว่างการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และข้อมูลจากการสังเกตได้
- 3) อธิบายและแสดงให้เห็นวิธีการสังเกตเพิ่มเติม เพื่อทดสอบการลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้กระทำไปแล้ว

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการกฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่อยู่ได้
- 2) ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 3) ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายหลังกว้างขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป สมมุติฐานเป็นเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมุติฐานสร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมุติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) หากคำตอบล่วงหน้าก่อนมีการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม
- 2) แสดงวิธีทดสอบสมมุติฐานได้
- 3) แยกแยะข้อมูลการสังเกตที่สนับสนุนสมมุติฐาน และไม่สนับสนุนสมมุติฐานได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) กำหนดความหมายและขอบเขตของคำและตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้
- 2) แยกแยะคำนิยามเชิงปฏิบัติการกับคำนิยามที่ไม่ใช่คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
- 3) ชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ส่วนตัวแปรตาม (Controlled variable) เป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องมีความสามารถในการ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองล่วงหน้าก่อนทำการทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง และอุปกรณ์ในการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการลงมือปฏิบัติการทดลองตามรูปแบบที่ได้วางแผนการทดลองไว้แล้ว และการบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถ ดังนี้

- 1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปร
- 2) ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้
- 3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
- 4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion)

หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายหรือบรรยายลักษณะคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ แล้วนำมาสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็น ขบวนการขั้นสุดท้ายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองใด ๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลอง ทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด แต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็ไม่สามารถสรุปผลการทดลอง ตอรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานได้ เพราะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปเป็นการมองข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม พิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้ง การตั้งเอาประสบการณ์ ความรู้ และหลักการคิดหาเหตุผลมาเป็นเครื่องมือในการตีความหมายแล้วจึงลงเป็นข้อสรุป

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถดังนี้

- 1) แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้
- 2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเรื่องค่อนข้างยุ่งยาก แม้เนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์จะเป็นเรื่องใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การกำหนดกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์ผู้สอนได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ และได้รับการฝึกทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนจะครอบคลุมทั้งความรู้และกระบวนการ แต่หากผู้เรียนไม่มีลักษณะนิสัยใฝ่รู้ ไม่มีความพยายาม คิดไม่เป็นระบบ ไม่ใช่เหตุผล ไม่เห็นคุณค่าของการเรียน เป็นการยากที่ผู้สอนจะดำเนินการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ จิตสำนึกของผู้เรียนที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึทางจิตใจต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นเจตคติจึงมีความสำคัญ Gardner (1975) ได้อธิบายว่า เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มี 2 ความหมายคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ซึ่งเกิดจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward science) ซึ่งเป็นความรู้สึของผู้เรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่เป็นการแสดงออกของเจตคติที่แตกต่างกัน การประเมินลักษณะต่าง ๆ สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนซึ่งควรใช้เวลาพอสมควรและประเมินอย่างสม่ำเสมอโดยใช้ตัวบ่งชี้ที่เรียกว่า “จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific minds)” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เป็นองค์ประกอบของคุณลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) เป็นลักษณะนิสัยที่คาดหวังว่าจะได้รับการพัฒนาขึ้นในตัวผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ประกอบด้วย 1) ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ 3) ความซื่อสัตย์ 4) ความประหยัด 5) ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 6) ความมีเหตุผล และ 7) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward science) เป็นความรู้สึที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ประกอบด้วย 1) พอใจประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี 5) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน 6) เลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ 7) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม 9) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย การประเมินผลจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงประกอบด้วย เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะวัดเจตคติเราควรได้เข้าใจถึงการเกิดเจตคติ และมิติของเจตคติ ซึ่งนักวิชาการส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของคนเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไข 4 ประการ คือ 1) กระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองแนวคิดต่าง ๆ 2) ประสบการณ์ส่วนตัวที่แตกต่างกัน 3) การเลียนแบบการถ่ายทอดเจตคติของคนอื่น และ 4) อิทธิพลของกลุ่มสังคมตามสภาพแวดล้อม เช่น ศาสนา สถาบัน เป็นต้น โดยมี 3 องค์ประกอบ คือ 1) ด้านการรู้

2) ด้านความรู้สึก และ 3) ด้านแนวโน้มในเชิงพฤติกรรมหรือการกระทำ การมอง เจตคติที่มีแง่มุมหรือมิติที่น่าสนใจ 7 ด้าน คือ 1) ด้านความเข้มข้น 2) ด้านขนาดหรือปริมาณ 3) ด้านความเด่น 4) ด้านความเป็นแกนสำคัญของชีวิต 5) ด้านความรู้สึกและการกระทำ 6) ด้านจิตสำนึก และ 7) ด้านความมั่นคง ซึ่งมีมิติเหล่านี้ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดเจตคติ วิธีการวัดเจตคติโดยตรงทำไม่ได้ แต่การศึกษาเจตคติทำได้ 3 วิธี กล่าวคือ

1. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด แล้วอนุมานว่าบุคคลนั้นมีเจตคติต่อสิ่งนั้นอย่างไร เพื่อให้การสังเกตสามารถรวบรวมข้อมูลที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้ ควรดำเนินการ ดังนี้

- 1.1 เตรียมงานล่วงหน้า เช่น เตรียมการบันทึก เครื่องมือต่าง ๆ ต้องพร้อม
- 1.2 ไม่มีอคติ
- 1.3 ต้องสังเกตหลาย ๆ ด้าน
- 1.4 ใช้ระยะเวลาสังเกตอย่างต่อเนื่อง และนานพอสมควร
- 1.5 อาจใช้เครื่องมือช่วยอย่างระมัดระวัง เช่น แบบสำรวจ การบันทึก

2. การให้รายงานตัวเอง (Self-report) เป็นวิธีการให้บุคคลความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา เช่น ชอบไม่ชอบ ดี ไม่ดี ซึ่งสามารถกำหนดเป็นค่าคะแนนของเจตคติตามวิธีการของ Thurstone, Likert, Gattman and Osgood ได้

3. เทคนิคการฉายออก (Projective techniques) เป็นวิธีวัดเจตคติโดยการให้สร้างจินตนาการจากภาพ ใช้ภาพเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงความคิดเห็นออกมา เพื่อสังเกตและวัดความรู้สึกของบุคคลนั้น เพราะบุคคลย่อมแสดงออกตามประสบการณ์ที่ได้รับมาซึ่งจะแสดงออกได้แตกต่างกัน วิธีสร้างจินตนาการจากภาพอาจทำได้ ดังตัวอย่าง

3.1 ใช้วิธีหยดหมึก (Ink plot) คือ ให้บุคคลดูภาพหยดหมึกแล้วอธิบายว่าภาพนั้นเป็นอย่างไร โดยกระตุ้นให้ตอบสนองออกมามากที่สุด

3.2 การเล่าเรื่อง (Story telling) คือ การเล่าเรื่องที่ยังไม่จบให้บุคคลที่จะวัดเจตคติฟังแล้วให้เขาเล่าต่อตามความคิดเห็นตามความรู้สึกของเขา

วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินจิตวิทยาาสตร์

จิตวิทยาาสตร์เป็นความรู้สึกนึกคิดทางด้านจิตใจ คุณลักษณะ หรือลักษณะนิสัยของบุคคล ซึ่งไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงแต่แสดงออกมาได้โดยอ้อม จากคำพูด การแสดงความคิดเห็น หรือด้วยการกระทำ การประเมินจิตวิทยาาสตร์จึงทำได้โดยดูจากพฤติกรรม การแสดงออกหรือพฤติกรรมบ่งชี้ที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ ซึ่งการประเมินทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจากความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเอง การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรงเป็นวิธีการที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุดเมื่อต้องการทราบว่าบุคคลมีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นอย่างไร ก็ใช้วิธีการถามความคิดเห็น ความรู้สึกที่มีต่อวิชาศาสตร์ของบุคคลนั้น ๆ โดยตรง แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ผู้ตอบอาจให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความคิดความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง มีลักษณะเป็นไปตามความคาดหวังของสังคมและต้องใช้เวลาในการวัดค่อนข้างมาก วิธีการนี้จึงไม่เป็นที่นิยมในการใช้วัดผลประเมินผลจิตวิทยาศาสตร์

2. การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกมีหลายรูปแบบ เช่น

2.1 ระเบียบพฤติกรรม หรือแบบบรรยายพฤติกรรม เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมที่ผู้สังเกตแสดงออกในช่วงเวลาที่สังเกต ซึ่งผู้สังเกตจะจดบันทึกเฉพาะพฤติกรรมที่สังเกตเห็น จึงค่อยนำมาแปลความหมายภายหลัง

2.2 แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยรายการข้อความที่บ่งชี้คุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการสังเกตว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งผู้สังเกตจะบันทึกโดยใช้วิธีการขีดเครื่องหมาย ✓ ในคำตอบที่กำหนดเพียงคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ เช่น ใช่-ไม่ใช่ มี-ไม่มีเท่านั้น

2.3 แบบบันทึกการสังเกตที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประเมินค่า เป็นแบบบันทึกการสังเกตที่มีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ เพียงแต่มีการประเมินค่าพฤติกรรมที่สังเกตตามระดับความเข้มข้นของพฤติกรรม เช่น มาก ปานกลาง น้อย หรืออยู่ในระดับดีมาก ดี พอใช้ ซึ่งการประเมินค่าพฤติกรรมอาจกำหนดเป็นคำ ข้อความ หรือเป็นตัวเลขก็ได้

วิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจึงเป็นวิธีการที่ปฏิบัติได้ง่ายอีกวิธีหนึ่ง เมื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็น หรือความรู้สึกต่อวิชาศาสตร์ด้านนั้น ๆ อย่างไรก็ทำโดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของการที่ต้องใช้เวลาในการสังเกตที่ค่อนข้างมาก การนำมาใช้ในการวัดกับนักเรียนจำนวนมากเป็นไปได้ยาก นอกจากนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนของผลการวัดที่มาจากอคติในตัวของผู้สังเกต หรือจากการบิดเบือนพฤติกรรม การแสดงออกจากตัวของผู้เรียนเองได้ง่าย จะเห็นได้ว่า ทั้งวิธีการวัดแบบการสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง หรือวิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก ในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนนั้นต่างมีข้อจำกัดที่เหมือนกันกล่าวคือ มีความเหมาะสมในการใช้วัดเป็นรายบุคคลในคนกลุ่มเล็ก ๆ

เท่านั้น ในกรณีของการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในนักเรียนกลุ่มใหญ่นั้น ได้มีการพัฒนาวิธีการและรูปแบบเครื่องมือที่สามารถใช้วัดกับนักเรียนจำนวนมากโดยใช้เวลาไม่นานนัก ได้แก่ แบบสอบถามและข้อสอบเขียนตอบในลักษณะของแบบประเมินเชิงสถานการณ์

3. การใช้แบบสอบถาม

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต แต่ในแบบสอบถามผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง โดยการสร้างข้อความ หรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความ หรือสถานการณ์นั้น ๆ ในระดับใด

เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์ชนิดแบบสอบถามที่นิยมสร้างกัน ได้แก่

3.1 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ประกอบด้วยรายการข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนที่ต้องการทราบว่ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเองด้วยการเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง 2 คำตอบ ที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความเป็นจริงของตน เช่น ใช่-ไม่ใช่ มี-ไม่มี

3.2 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า รูปแบบของเครื่องมือมีลักษณะคล้ายแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ ให้ผู้เรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามได้ละเอียดมากกว่า เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น

4. การใช้แบบประเมินเชิงสถานการณ์

เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกในพฤติกรรมบ่งชี้บางอย่างที่ต้องการได้ ในช่วงขณะที่ต้องการวัด แม้ในพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสภาพความเป็นจริงได้ยาก ต้องอาศัยเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเกิด ซึ่งหากจะกระทำการวัดโดยวิธีการสังเกตในสถานการณ์จริงค่อนข้างจะทำได้ยากหรือต้องเสียเวลารอคอยนาน

แบบประเมินเชิงสถานการณ์ ประกอบด้วย ส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

4.1 สถานการณ์ เป็นเหตุการณ์หรือเรื่องราวที่มีความคล้ายคลึงหรือเลียนแบบสถานการณ์ หรือภาพเหตุการณ์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการแสดงออกหรือพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน โดยการนำเสนอสถานการณ์เหล่านี้มาให้ผู้เรียนพิจารณา

4.2 คำถาม เป็นข้อความเพื่อให้ผู้เรียนตอบด้วยวิธีการเขียนตอบ หรือเลือกตัวเลือกคำตอบในลักษณะของการแสดงอารมณ์ความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสถานการณ์ ต่อการกระทำของ

บุคคลในสถานการณ์ หรือพิจารณาเลือกปฏิบัติจากการสมมติว่าตนเป็นบุคคลในสถานการณ์ โดยคาดหวังว่าคำตอบของผู้เรียนจะสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการทางด้านจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน การสร้างแบบประเมินเชิงสถานการณ์มีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์และเลือกพฤติกรรมบ่งชี้

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์นิยามของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดว่าผู้เรียนที่มีคุณลักษณะทางด้านจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดจะแสดงออกให้เห็นในลักษณะใดบ้างเพื่อกำหนดเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์นั้น ๆ จากนั้นเลือกพฤติกรรมบ่งชี้ที่มีความสำคัญหรือจะเป็นตัวแทนที่ดีของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์นั้น ๆ จากนั้นเลือกพฤติกรรมบ่งชี้ที่มีความสำคัญหรือจะเป็นตัวแทนที่ดีของคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด เนื่องจากคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์หนึ่ง ๆ อาจมีพฤติกรรมบ่งชี้เป็นจำนวนมากอาจไม่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด หรือจากการที่เป็นพฤติกรรมบ่งชี้ที่ซ้ำซ้อนกับคุณลักษณะทางจิตวิทยาศาสตร์อื่น ๆ จึงต้องเลือกพฤติกรรมบ่งชี้ที่มีความสำคัญโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

1. เป็นพฤติกรรมที่มีลักษณะเด่น โดยพิจารณาจากความหมายของคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นหลักว่าพฤติกรรมบ่งชี้ใดที่บอกถึงคุณลักษณะนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน
2. เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นได้ในหลาย ๆ สถานการณ์ เช่น เกิดขึ้นได้ในสถานที่ต่าง ๆ กันมีบุคคลหลายฝ่ายเข้ามาเกี่ยวข้อง และมีเหตุการณ์ได้หลายลักษณะ เพื่อให้สามารถวัดความคงที่ของการเกิดพฤติกรรมในสถานการณ์ที่หลากหลายได้
3. เป็นพฤติกรรมที่ไม่ซ้ำซ้อนกับพฤติกรรมของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะทางจิตวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คุณลักษณะมีความหมายใกล้เคียงกันและมีความซ้ำซ้อนกัน จึงควรพิจารณาเลือกพฤติกรรมที่ไม่ซ้ำซ้อนกับพฤติกรรมของคุณลักษณะด้านอื่น

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างแบบประเมินเชิงสถานการณ์

เป็นการนำพฤติกรรมบ่งชี้ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นสถานการณ์กำหนดเป็นเงื่อนไขในสถานการณ์ มีรายละเอียดดังนี้

การสร้างสถานการณ์ โดยนำพฤติกรรมบ่งชี้ที่เลือกไว้มาสร้างเป็นสถานการณ์กำหนดเป็นเงื่อนไขในสถานการณ์ หรือแนวปฏิบัติของบุคคลในสถานการณ์ อาจจำแนกประเภทของสถานการณ์ ได้ดังนี้

1. สถานการณ์ที่บ่งชี้ถึงการปฏิบัติ หรือมีความคิดที่จะกระทำตามพฤติกรรมบ่งชี้
2. สถานการณ์ที่บ่งชี้ถึงการปฏิบัติ หรือมีความคิดที่จะกระทำขัดพฤติกรรมบ่งชี้
3. สถานการณ์ที่ยังไม่สรุปว่าจะปฏิบัติตามหรือขัดแย้งกับพฤติกรรมบ่งชี้

การสร้างคำถาม เป็นการกำหนดให้นักเรียนตอบสนองต่อสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยการตั้งคำถามถามความรู้สึก ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ อาจมีลักษณะของคำถาม ดังต่อไปนี้

1. คำถามให้แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อการกระทำของบุคคลหรือเหตุการณ์ในเรื่อง ได้แก่

- นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อ ...(บุคคล/ เหตุการณ์ในเรื่อง)...
- นักเรียนเห็นด้วยกับการกระทำของ ...(บุคคลในเรื่อง)... หรือไม่ เพราะเหตุใด

2. คำถามให้พิจารณาเลือกปฏิบัติโดยสมมติว่าตัวนักเรียนเป็นบุคคลในสถานการณ์ ได้แก่

- ถ้านักเรียนเป็น ...(บุคคลในเรื่อง)... นักเรียนจะทำเช่นนั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ถ้านักเรียนเป็น ...(บุคคลในเรื่อง)... จะรู้สึกอย่างไร เพราะเหตุใด

- "...สถานการณ์..." จากสถานการณ์ดังกล่าว ถ้านักเรียนเป็นสมาชิกในกลุ่มทำงานครั้งนี้ นักเรียนจะกล่าวเช่นไร/ จะปฏิบัติอย่างไร

แบบประเมินที่สร้างขึ้นแล้วควรที่จะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาคุณภาพในด้านความสมเหตุสมผลและความเชื่อถือได้ ความถูกต้อง และความเหมาะสมในการใช้ภาษาที่ระดับผู้เรียน รวมถึงการนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำผลการทดลองใช้มาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงเครื่องมือและเพื่อให้ได้แนวคำตอบมาใช้ในการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ซึ่งกำหนดคุณลักษณะไว้ 10 ด้าน ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะเสาะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ ซึ่งผู้มีความอยากรู้อยากเห็นจะแสดงออกโดยการถามคำถาม หรือมีความสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองสนใจ

2. ความมีเหตุมีผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับหรือให้คำอธิบายใด ๆ

3. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ยินดีที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผลข้อเท็จจริง โดยไม่ยึดมั่น

ในแนวความคิดของคุณ เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ มีความมุ่งมั่นหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้ ไม่ทอดทิ้งเมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรค ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด หรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

6. ความรอบคอบ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันที ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จด้วยดี และตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลกระทบต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหวัง

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง การใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่มหรือการทำงานใดงานหนึ่งให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

9. ความสร้างสรรค์ หมายถึง ความกล้าที่จะแสดงความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความช่างสงสัย และไม่ยอมรับแนวคิดแนวทางปฏิบัติของคนอื่นซึ่งนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่

10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่ดีเกี่ยวกับความสนใจ ความเชื่อ การมีคุณธรรมจริยธรรม การยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม หรือตัวนักวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย

10.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกชื่นชอบพึงพอใจในวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรับรู้ การยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.3 ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อมูล ความคิดเห็น ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในด้านของการเล็งเห็นถึงความสำคัญ หรือการนำมาใช้เป็นเกณฑ์ประเมิน การเลือกการตัดสินใจของบุคคล

10.4 คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อและการประพฤติปฏิบัติที่ดีงามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปคิปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต่อสังคมต่อไป

ในการวัดเจตคติทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่จะวัดด้วยวิธีการสังเกต โดยกำหนดเกณฑ์ในการสังเกตพฤติกรรม และการรายงานตัวเอง แต่ในงานวิจัยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลัง ผู้วิจัยวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งกำหนดคุณลักษณะไว้ 9 ด้าน (ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล, 2555) ได้แก่

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความเชื่อ มีความพึงพอใจ และพยายามที่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ พร้อมทั้งจะทดลองหรือค้นคว้า เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ชอบสังเกต สงสัย ตั้งคำถาม พึ่ง และจดบันทึก แล้วพยายามที่จะค้นหาคำตอบเพื่อแก้ข้อสงสัยนั้น โดยมีการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้นอยู่เสมอ
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความพึงพอใจ ตั้งใจที่จะใช้ และเห็นคุณค่าในความคิดริเริ่ม คิดแปลกใหม่ คิดหลากหลาย มีความต้องคิดอย่างอิสระ มีการใช้จินตนาการเพื่อที่จะแก้ปัญหา หรืองานสร้างสรรค์ผลงานที่จะทำให้เข้าใจความหมายด้วยตนเองอย่างลึกซึ้ง
3. ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่า และเต็มใจในการทำงานเป็นกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วมและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น รู้จักบทบาทหน้าที่ของตน สามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี
4. ความมีเหตุผล หมายถึงคุณลักษณะของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่า และเต็มใจในการทำงานเป็นกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วม มีความตระหนักรู้ เห็นความสำคัญ และยึดมั่นในหลักเหตุผลปรารถนาที่จะใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ขอมรับและต้องการคำอธิบายที่มีเหตุผล ไม่เชื่อเรื่องที่เขาประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือ มีความสงสัยและต้องการพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริงในสิ่งต่าง ๆ

5. ความใจกว้าง หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์ และยินดีให้พิสูจน์ข้อเท็จจริง

6. ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความรู้สึกพอใจ เห็นคุณค่า และเต็มใจในการทำงานกลุ่ม ประารถนาที่จะมีส่วนร่วมวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบก่อนที่จะตัดสินใจทำอะไร ๆ ไม่ลงข้อสรุปในทันที มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ พิจารณาจากหลักฐานและข้อมูลรอบด้าน สังเกตอย่างละเอียดรอบคอบ และใช้วิธีการหลากหลายในการหาคำตอบ

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่ทำงานที่ได้รับมอบหมาย สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา ตระหนักถึงผลที่มีต่อตนเองและสังคม ยอมรับผลการกระทำของตนเองด้วยความเต็มใจทั้งผลดีและผลเสีย และพยายามที่จะปรับปรุงการปฏิบัติหน้าที่ให้ดีขึ้น

8. ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีความมุ่งมั่นและตั้งใจที่จะปฏิบัติหน้าที่ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี อดทน ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค เอาใจใส่เพียรพยายามที่จะทำงานต่าง ๆ ให้สำเร็จ

9. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะหรือนิสัยของบุคคลที่มีการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง ด้วยการสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียง หรืออคติ มีความกล้าที่จะนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง มีความหนักแน่นมั่นคงต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่น

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์พบว่า มีความหลากหลายในการศึกษา เช่น เป็นเรื่องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อจิตวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านต่าง ๆ กับจิตวิทยาศาสตร์ และมีการพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ 9 ด้าน ซึ่งใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

สุภัค พรหมวงษ์ (2553) ศึกษาเรื่อง แบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการคิดกับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 3 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์คาโนนิกัลระหว่างความสามารถทางการคิดกับจิตวิทยาศาสตร์ และศึกษาค่านำหนักความสำคัญคาโนนิกัลของความสามารถทางการคิดและจิตวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์คาโนนิกัลในแต่ละฟังก์ชัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน

750 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถทางการคิด ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดประยุกต์ใช้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.808, 0.711 และ 0.708 ตามลำดับ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้ อยากเห็น ความรับผิชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความมีใจกว้าง มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.602, 0.706, 0.756, 0.743, 0.712 และ 0.722 ตามลำดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกัล ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) สหสัมพันธ์คาโนนิกัลระหว่างชุดตัวแปรตามความสามารถทางการคิดกับชุดตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์มีฟังก์ชันคาโนนิกัล 3 ฟังก์ชัน มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกัลเท่ากับ .565, .168, และ .093 ตามลำดับ โดยฟังก์ชันคาโนนิกัลที่ 1 และ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความแปรปรวนร่วมกัน ร้อยละ 31.9 และ 2.8 ตามลำดับ ส่วนฟังก์ชันคาโนนิกัล 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ฟังก์ชันคาโนนิกัลระหว่างชุดตัวแปรความสามารถทางการคิดกับชุดตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ คือ ฟังก์ชันคาโนนิกัลที่ 1 และ 2 โดยฟังก์ชันคาโนนิกัลที่ 1 มีตัวแปรในชุดตัวแปรความสามารถทางการคิด 2 ตัวแปร ที่มีน้ำหนักความสำคัญส่งผลต่อตัวแปรคาโนนิกัล (U) คือ การคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ โดยมีค่าเท่ากับ -0.669 และ -0.309 ตามลำดับ และมีตัวแปรในชุดตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ 1 ตัวแปร ที่มีน้ำหนักความสำคัญส่งผลต่อตัวแปรคาโนนิกัล (V) คือ ความใจกว้าง โดยมีค่าเท่ากับ -0.443 ส่วนในฟังก์ชันคาโนนิกัลที่ 2 มีตัวแปรในชุดตัวแปรความสามารถทางการคิด 3 ตัวแปร ที่มีน้ำหนักความสำคัญส่งผลต่อตัวแปรคาโนนิกัล (U) คือ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดประยุกต์ใช้ โดยมีค่าเท่ากับ 0.642, -1.348, และ 0.785 ตามลำดับ และมีตัวแปรในชุดตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ 4 ตัวแปร ที่มีน้ำหนักความสำคัญส่งผลต่อตัวแปรคาโนนิกัล (V) คือ ความอยากรู้ อยากเห็น ความรับผิชอบและเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ โดยมีค่าเท่ากับ 0.769, 1.198, -0.846 และ -0.858 ตามลำดับ

วาชีนี บุญญาพาพงศ์ (2552) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนบ้านจารย์ อำเภอสว่าง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 35 คน ดำเนินการทดลองโดยใช้เครื่องมือในการวิจัย

คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้จำนวน 24 แผน 24 ชั่วโมง และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้การหาค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ย หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 41.71, 38.86 และ 59.63 ตามลำดับ และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 67.50, 63.14 และ 77.33 ตามลำดับ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

นุชรีย์ แนวเฉลียว (2552) วิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวัดช่างเคี่ยน อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ในภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2551 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 36 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนรวมทั้งหมด 21 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง สมบัติของสารและการจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสารและการจำแนก และแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที่แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน คำนวณโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิจัยสรุปได้ คือ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนแบบร่วมมือ มีคะแนนจิตวิทยาาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทวิทชัย สุธาภา (2550) วิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) หากคุณภาพของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) สร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 731 คน จากนักเรียนในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบมาตราการประเมิน 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert จำนวน 58 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า IOC ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อและค่าความเชื่อถือได้ ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยข้อความจำนวน 58 ข้อ จำแนกเป็น 8 ด้าน คือ ด้านความสนใจใฝ่รู้จำนวน 9 ข้อ ด้านความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายามจำนวน 9 ข้อ ด้านความมีเหตุผลจำนวน 7 ข้อ ด้านความมีระเบียบและรอบคอบจำนวน 8 ข้อ ด้านความซื่อสัตย์จำนวน 7 ข้อ ด้านความประหยัดจำนวน 6 ข้อ ด้านความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจำนวน 6 ข้อ และด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์จำนวน 6 ข้อ 2) คุณภาพของแบบวัด ประกอบด้วย 2.1) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดค่าตั้งแต่ .311 ถึง .693 โดยแบบวัดด้านความสนใจใฝ่รู้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .311 ถึง .604 ด้านความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายาม มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .364 ถึง .659 ด้านความมีเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .369 ถึง .566 ด้านความมีระเบียบวินัยและรอบคอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .368 ถึง .532 ด้านความซื่อสัตย์มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .319 ถึง .668 ด้านความประหยัดมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .387 ถึง .693 ด้านความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นของผู้อื่นมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .356 ถึง .556 และด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .368 ถึง .605 2.2) ความเชื่อถือได้ของแบบวัดทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .945 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบวัดรายข้อด้านนี้ ด้านความสนใจใฝ่รู้มีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .937 ด้านความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่นอดทนและเพียรพยายามมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .937 ด้านความมีเหตุผลมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .935 ด้านความมีระเบียบวินัยและรอบคอบมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .940 ด้านความซื่อสัตย์มีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .941 ด้านความประหยัดมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .939 ด้านความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .942 ด้านความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์มีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ .937 3) เกณฑ์ปกติของคะแนนจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีช่วงคะแนน T ระหว่าง T_{24} ถึง T_{78}

แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Eysenck and Meili (1972) ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเห็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต

การตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและ
 ระยะเวลาานพอสมควร หรืออาจได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

Good (1973) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้
 (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้
 คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

Mehren (1976) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ
 และสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนต่อการเรียนแต่ละวิชาซึ่งสามารถวัดได้จาก
 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

จากความหมายของนักการศึกษาที่ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจหรือความสำเร็จของนักศึกษาที่ได้
 จากการเรียนการสอน ซึ่งวัดผลความสำเร็จหรือระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนว่ามีความรู้
 มากน้อยจากผลของคะแนนสอบในแต่ละวิชา และประเมินผลออกมาในรูปของเกรดเฉลี่ยสะสม
 ในการวิจัยครั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คะแนนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเพื่อพัฒนา
 ทักษะชีวิต และคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ตามสาขาวิชาที่เรียน

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า
 มีความหลากหลายในการศึกษา เช่นเป็นเรื่องเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ณัฐศิยาภรณ์ หยกอุบล (2555) วิจัยเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
 การอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้าน
 โรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียน 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลปัจจัยด้านโรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียนที่มีต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและ 3) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของ
 โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยด้านโรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน
 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
 การอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการจำนวน 10 โรงเรียน จำนวน 352 คน ตัวแปรที่ศึกษา
 ประกอบด้วย ตัวแปรแฝงภายนอก 2 ตัวแปร ได้แก่ ปัจจัยด้านโรงเรียน และปัจจัยด้านครอบครัว
 และตัวแปรแฝงภายใน 1 ตัวแปร ได้แก่ ปัจจัยด้านตัวนักเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น

แบบสอบถามวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้โปรแกรม SPSS และโปรแกรม LISREL 8.72 ในการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) และตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้าน โรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ปัจจัยด้านตัวนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 2) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และ 3) การทำการบ้านของนักเรียน ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ปัจจัยด้าน โรงเรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) คุณภาพการสอนของครู 2) ความเป็นผู้นำด้านวิชาการของผู้บริหารและ 3) ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปัจจัยด้านครอบครัวประกอบด้วย 1) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองและ 2) ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ซึ่งการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างปัจจัยด้านโรงเรียนและด้านตัวนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในเกณฑ์ดี พิจารณาจากค่า = 16.076 ค่า p-value = .309 เท่ากับ .309 ที่องศาความเป็นอิสระ เท่ากับ 14, ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) เท่ากับ 1.148, ค่า GFI เท่ากับ .990, ค่า AGFI เท่ากับ .968, ค่า RMSEA เท่ากับ .021, ค่า CFI เท่ากับ .999, ค่า NFI เท่ากับ .996 และค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ตัวแปรตาม มีค่าเท่ากับ .906 นั่นคือ ปัจจัยด้าน โรงเรียน ด้านครอบครัว และด้านตัวนักเรียน สามารถร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ร้อยละ 90.60

อัจฉรา บุญสุข (2553) วิจัยเรื่อง ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลเชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) ศึกษาปัจจัยที่ส่งอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 320 คน โดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความพร้อมของนักเรียน ความรับผิดชอบของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การฝึกหัด ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน การจัดการเรียนการสอนของครู และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.900, 0.867, 0.874, 0.844, 0.820,

0.845, 0.841 และ 0.926 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าสถิติขั้นพื้นฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ไค-สแควร์ และเทคนิคการวิเคราะห์เส้นทางโดยใช้โปรแกรม LISREL ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ความรับผิดชอบของนักเรียน เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความพร้อมของนักเรียน การฝึกหัดและการจัดการเรียนการสอนของครู 2) โมเดลตามสมมติฐานมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้ค่าสถิติตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ $\chi^2 = 4.9$, $df = 5$, $p = 0.522$, $RMSEA = 0.000$, $SRMR = 0.009$, $RMR = .009$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.980$, $Standardized\ residual = 1.31$, $CN = 1140.94$ และกราฟ Q-Plot ชันกว่าเส้นทแยงมุม 3) ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรง คือ เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความพร้อมของนักเรียน ความรับผิดชอบของนักเรียน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อม คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การฝึกหัด ความพร้อมของนักเรียน ความรับผิดชอบของนักเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การฝึกหัด ความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) พบว่าปัจจัยสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 8

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง

ลักษณะของโมเดลลิสเรล (LISREL model)

โมเดลลิสเรล หรือโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear structural relationship model or LISREL model) หมายถึงโมเดลที่อธิบายความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal) ระหว่างตัวแปรที่สังเกตได้ (Observed or manifest variables) กับตัวแปรแฝง (Latent variables) โดยไม่มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับทิศทางของการเป็นสาเหตุ โมเดลลิสเรลนี้พัฒนามาจากการวิเคราะห์ 2 เทคนิค คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบของเทอร์สโตน (Thurstonian factor analysis) และการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Path analysis) หัวใจสำคัญของการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล คือการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ กับเมทริกซ์ที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดลลิสเรลที่เป็นสมมติฐานวิจัย (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

โมเดลลิสเรลประกอบด้วยโมเดลสำคัญ 2 โมเดล คือ โมเดลการวัด (Measurement model) และโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural model)

1. โมเดลการวัด (Measurement model) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง (Latent variable) มี 2 โมเดล คือ โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายนอกและโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรแฝงภายใน โดย 2 โมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝง และตัวแปรสังเกตได้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

2. โมเดลสมการ โครงสร้าง (Structural model) เป็น โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงใน โมเดล มีการระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบหรือตัวแปรแฝงกับตัวแปรแฝง η และมักมีความสัมพันธ์กันทั้งภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม โดย η เป็นตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรตาม (Latent endogenous variable) และ ζ เป็นตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรอิสระ (Latent exogenous variable)

ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) กล่าวว่า ในการนำข้อมูลเชิงประจักษ์มาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต้องทำด้วยความรอบคอบ โดยนักวิจัยต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่สำคัญคือ ขั้นแรกคัดเลือกตัวแปรมาศึกษาให้ครบถ้วนจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์เชิงตรรกะของผู้วิจัย ขั้นที่สองสร้างโมเดลสมการ โครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และขั้นสุดท้ายนำโครงสร้างความสัมพันธ์มาตรวจสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล (Specification of the model)

ในโปรแกรมลิสเรล ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญ 2 โมเดล ได้แก่ โมเดลการวัด และโมเดลสมการ โครงสร้าง ในโปรแกรมลิสเรลมีข้อตกลงเบื้องต้นในการเลือกใช้ สรุปได้ 4 ข้อ คือ

1. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดล เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบบวกและเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ในกรณีนี้นักวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นแบบเส้นโค้ง นักวิจัยต้องเปลี่ยนรูปตัวแปร เช่น การหาค่าลอการิทึมของตัวแปรหรือใช้ส่วนกลับของตัวแปร

2. ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกและความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ความคลาดเคลื่อน e, d, z ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

3. ลักษณะความเป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวแปรความคลาดเคลื่อน มีข้อตกลงเบื้องต้น 4 ข้อ คือ

3.1 ความคลาดเคลื่อน e และตัวแปรแฝง E เป็นอิสระต่อกัน

3.2 ความคลาดเคลื่อน d และตัวแปรแฝง K เป็นอิสระต่อกัน

3.3 ความคลาดเคลื่อน z และตัวแปรแฝง K เป็นอิสระต่อกัน

3.4 ความคลาดเคลื่อน e, d และ z เป็นอิสระต่อกัน

โมเดลสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

โมเดลสมการ โครงสร้าง

$$\eta = \beta\eta + \tau\xi + \zeta$$

โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรแฝงภายใน

$$Y = \Delta Y \eta + \varepsilon$$

โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรแฝงภายนอก

$$X = \Delta X \xi + \delta$$

เวกเตอร์ของตัวแปรใน โมเดลมีสัญลักษณ์อักษรกรีก และความหมายดังนี้

X = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกสังเกตได้ X

Y = เวกเตอร์ตัวแปรภายในสังเกตได้ Y

ξ = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง K

η = เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง E

δ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน d ในการวัดตัวแปร X

ε = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน e ในการวัดตัวแปร Y

ζ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ในการวัดตัวแปร E

นอกจากสัญลักษณ์ข้างต้น โปรแกรม LISREL ยังประกอบด้วยเมทริกซ์พารามิเตอร์อิทธิพลเชิงสาเหตุ หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย ทั้งหมด 4 เมทริกซ์ และเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ทั้งหมด 4 เมทริกซ์ ดังมีสัญลักษณ์และความหมายดังต่อไปนี้

ΔX = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน Y

ΔY = เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ E บน Y

Γ = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก K ไป E

β = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง E

Φ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง K

Ψ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน z

$\Theta \delta$ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน d

$\Theta \varepsilon$ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน e

งานสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL คือ กำหนดค่าเมทริกซ์

ทั้ง 8 เมทริกซ์ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย เพื่อจะได้เขียนคำสั่งให้โปรแกรมประมาณ

ค่าพารามิเตอร์ตามลักษณะของพารามิเตอร์ใน โมเดล LISREL ซึ่ง Joreskog and Sorbom (1989

อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542) กำหนดให้ค่าเมทริกซ์ทำได้ 3 แบบ คือ

1. พารามิเตอร์กำหนด (Fixed parameters) เมื่อ โมเดลการวิจัยไม่มีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปร พารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลตัวนั้นจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ ใช้สัญลักษณ์ "0" (ศูนย์)

2. พารามิเตอร์บังคับ (Constrained parameter) เมื่อ โมเดลการวิจัยไม่มีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปร และพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลตัวนั้นเป็นค่าที่ต้องประมาณ แต่นักวิจัยมีเงื่อนไขที่ต้องกำหนดให้พารามิเตอร์บางตัวมีค่าเฉพาะคงที่ เช่นค่าเท่ากับ 1 กรณีเช่นนี้จะกำหนดค่าสมาชิกให้เมทริกซ์แทนที่ค่าพารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์บังคับ

3. พารามิเตอร์อิสระ (Free parameter) เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าและไม่ได้บังคับให้มีค่าอย่างหนึ่งอย่างใดใช้สัญลักษณ์ “*”

ขั้นตอนที่ 2 การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของ โมเดล (Identification of the model)

การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล คือ การระบุว่าโมเดลนั้นสามารถนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เป็นค่าเดียวหรือไม่ เงื่อนไขที่ทำให้ระบุความเป็นค่าเดียวพอดีมี

3 ประเภท คือ

1. เงื่อนไขจำเป็น (Necessary condition) ของการระบุได้พอดี โมเดลจะต้องมีลักษณะคือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ของกลุ่มตัวอย่าง เงื่อนไขนี้เรียกว่ากฎที่ (t-rule)

2. เงื่อนไขพอเพียง (Sufficient condition) ของการระบุได้พอดีสำหรับความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดลมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะในแต่ละโมเดล โดยมีกฎทั่วไปดังนี้

2.1 กฎความสัมพันธ์ทางเดียว (Recursive rule) สำหรับโมเดลลิสเรลที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวคือ เมทริกซ์ BE ต้องเป็นเมทริกซ์ได้แนวทแยงและเมทริกซ์ PS ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

2.2 กฎสามตัวบ่งชี้ (Three-indicator rule) สำหรับ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน กล่าวคือ สมาชิกในเมทริกซ์ LX จะต้องมีค่าไม่เท่ากับศูนย์อย่างน้อย 1 ตัว ในแต่ละแถว ในแต่ละองค์ประกอบต้องมีตัวบ่งชี้หรือตัวแปรสังเกตได้อย่างน้อย 3 ตัว และเมทริกซ์ TD ต้องเป็นเมทริกซ์แนวทแยง

2.3 กฎสองขั้นตอน (Two-step rule) สำหรับโมเดลที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด กล่าวคือ ขั้นตอนแรกปรับ โมเดลลิสเรลให้เป็น โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยการรวมตัวแปรภายในและภายนอกให้เป็นชุดเดียวกันเสมือนเป็นตัวแปรภายนอกอย่างเดียว จากนั้นจึงตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.2 หากพบว่า โมเดลระบุได้พอดี ให้ตรวจสอบขั้นที่ 2 ต่อไป ในขั้นตอนที่ 2 ให้ปรับโมเดลเป็นโมเดลลิสเรลที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยเอาเฉพาะตัวแปรภายในมารวมเป็นชุดเดียวกันเสมือนเป็นตัวแปรสังเกตได้ แล้วตรวจสอบโดยใช้กฎ 2.1

3. เงื่อนไขจำเป็นและพอเพียง (Necessary and sufficient condition) เป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยกล่าวว่า โมเดลระบุได้พอดีก็ต่อเมื่อสามารถแสดงได้โดยการแก้สมการที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของประชากร

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์จากโมเดล (Parameter estimation from the model)

จุดมุ่งหมายของการประมาณค่าพารามิเตอร์ คือการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เมทริกซ์ S และ Sigma มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งในที่นี้ S แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่าง และ Sigma แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่สร้างขึ้นจากพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากโมเดลอิสระที่เป็นสมมติฐาน ถ้าหากทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าโมเดลที่เป็นสมมติฐานมีความกลมกลืนกับโมเดลที่เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542) เสนอวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 5 แบบ ดังนี้

1. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted least square = ULS) เมื่อดูฟังก์ชันความกลมกลืนในวิธี ULS จะมีความคล้ายคลึงกับวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least square) วิธี OLS การประมาณค่าพารามิเตอร์ใช้เงื่อนไขให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน คือผลต่างระหว่างความแปรปรวนที่คำนวณได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์กับค่าความแปรปรวนที่พยากรณ์จากค่าประมาณของพารามิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณด้วยวิธี ULS มีคุณสมบัติเป็นค่าประมาณที่มีความคงเส้นคงวา แต่ไม่มีประสิทธิภาพกล่าวคือ ความแปรปรวนของค่าประมาณที่ได้จะไม่ใช่ว่าค่าที่น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับการประมาณค่าจากวิธีอื่น ข้อด้อยอีกประการหนึ่ง คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ขาดคุณสมบัติของความเป็นอิสระมาตรวัด ข้อเด่นของวิธีการนี้คือ ความง่ายและความสะดวกในวิธีการประมาณค่าและเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงต่างไปจากการแจกแจงปกติแบบพหุนาม

2. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดนัยสำคัญทั่วไป (Generalization least square = GLS) เป็นวิธีที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีที่ข้อมูลมีความแปรปรวนของตัวแปรตามไม่เท่ากันทุกค่าในตัวแปรต้น หรือมีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จะใช้วิธีการประมาณค่าแบบ GLS ซึ่งเป็นการถ่วงน้ำหนักค่าสังเกตเพื่อปรับแก้ความแปรปรวนที่ไม่เท่ากัน ค่าประมาณที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีนี้มีความคงเส้นคงวา มีประสิทธิภาพและเป็นอิสระจากมาตรวัดหรือไม่มีหน่วย

3. วิธีโลกลีสูงสุด (Maximum likelihood = ML) เป็นวิธีที่ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลอิสระที่แพร่หลายมากที่สุด ค่าที่ได้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวิธี GLS คือ มีความคงเส้นคงวาที่มีประสิทธิภาพ และเป็นอิสระจากมาตรวัด การแจกแจงสุ่มของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีนี้เป็นแบบปกติ และความแปรปรวนของค่าประมาณขึ้นอยู่กับขนาดของค่าพารามิเตอร์

4. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนักทั่วไป (Generally weighted least square = WLS) นับเป็นวิธีประมาณค่าที่ครอบคลุมวิธีที่กล่าวมาทั้งหมด ลักษณะการประมาณค่าจะไม่ใช่เมทริกซ์เต็มรูปแบบแต่จะใช้เฉพาะสมาชิกในแนวทแยงและได้แนวทแยง และใช้เมทริกซ์ W เป็นเมทริกซ์น้ำหนักโดยถ่วงน้ำหนักด้วยอินเวอร์สของเมทริกซ์ W จุดค้อยของวิธี WLS คือ มีตัวแปรสังเกตมากเกินไปก็จะทำให้คอมพิวเตอร์ใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้น และวิธีนี้ไม่เหมาะกับเมทริกซ์ที่มีการตัดข้อมูลสูญหายแบบตัดขาดเฉพาะคู่ที่ขาด ส่วนคุณสมบัติอื่นเหมือนกับวิธี ML

5. วิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนักแนวทแยง (Diagonally weighted least squares = DWLS) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีนี้พัฒนามาจากวิธี WLS โดยพยายามลดเวลาคอมพิวเตอร์ในการคำนวณ ผลที่ทำให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ไม่มีประสิทธิภาพแต่มีประโยชน์เพราะค่าประมาณที่ได้จะอยู่ระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณได้จากวิธี ULS และ WLS

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบความกลมกลืนสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดลที่เป็นสมมติฐาน (Model validation)

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความตรงของโมเดลที่เป็นสมมติฐานการวิจัย ซึ่งจะเสนอค่าสถิติที่ช่วยในการตรวจสอบ 5 วิธี คือ

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard error and correlation of estimation) ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลจะให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ค่าสถิติ และสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณ ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และโมเดลวิจัยอาจจะยังไม่ดีพอ ถ้าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าประมาณมีค่าสูงมากเป็นสัญญาณว่าโมเดลการวิจัยจะไม่น่าเป็นบวกแน่นอน และเป็นโมเดลที่ไม่ดีพอ

2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple correlations and coefficient of determination) สำหรับตัวแปรสังเกตได้แยกทีละตัวและรวมทุกตัว รวมทั้งสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของสมการโครงสร้างด้วย ค่าสถิติเหล่านี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกินหนึ่ง และค่าที่สูงแสดงว่าโมเดลมีความตรง

3. ค่าสัมประสิทธิ์วัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit measures) เป็นค่าสถิติที่จะตรวจสอบความตรงในภาพรวมทั้งหมดของโมเดล และยังสามารถเปรียบเทียบระหว่างโมเดลว่าโมเดลใดจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 4 ประเภท ได้แก่

3.1 ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square statistics) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็น 0 ยิ่งใกล้ 0 มาก แสดงว่าโมเดลลิสเรลสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.2 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index = GFI) ดัชนี GFI จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ดัชนี GFI ที่เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงองศาอิสระ ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ค่าดัชนี AGFI มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

3.4 ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (Root mean squared residual = RMR) ดัชนี RMR เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล 2 โมเดล RMR ยิ่งเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. การวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อน (Analysis of residuals) การตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ควรพิจารณาถึงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วย ถ้าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูล ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานไม่ควรมีค่าเกิน 2.00 ถ้ายังมีค่าเกิน 2.00 ต้องปรับ โมเดล นอกจากนี้โปรแกรมลิสรอยยังให้ผลในรูปของกราฟ (Q-plot) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนกับค่าควอไทล์ปกติ

ขั้นตอนที่ 5 การปรับ โมเดล (Model modification indices)

ในขั้นตอนนี้เป็นค่าสถิติเฉพาะของพารามิเตอร์แต่ละตัว มีค่าเท่ากับ ไค-สแควร์ ที่จะลดลงเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ตัวนั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ หรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์นั้น มีประโยชน์ช่วยในการตัดสินใจที่จะปรับ โมเดลให้ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 6 การแปลความหมายผลการวิเคราะห์

เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาแปลความหมายและอธิบายถึงผลการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ ดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

การวิจัยระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ การวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ บทบาทผู้ปกครอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ แหล่งข้อมูล ตัวแปรที่ศึกษา วิธีดำเนินการ เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยระยะที่ 1 ดังนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรสำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและกำลังคนอาชีวศึกษา, 2558)

1.1 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 143,211 คน

1.2 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 901 คน

1.3 ผู้ปกครองนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงาน

คณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 143,211 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย

2.1 นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน

2.2 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน

2.3 ผู้ปกครองนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) มีวิธีการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์โมเดลสมการ โครงสร้าง (Structural equation model) ขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบต้องมีขนาดใหญ่พอสมควร โดยโมเดลของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์มีตัวแปรแฝงมากกว่า 7 ตัวแปร ซึ่งถือว่ามีตัวแปรแฝงจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดการกำหนดจำนวนตัวอย่างของ Hair, Black, Babin and Anderson (2010) โดย Hair et al. ได้กล่าวว่าถ้าตัวแปรแฝงมีจำนวนมากกว่า 7 ตัวแปร หรือมีจำนวนตัวแปรแฝงจำนวนมาก ขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดที่มีการใช้ คือ 500 ชุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 829 ตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 การสุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage random sampling) รายละเอียดแสดงดังนี้

ขั้นตอนที่ 2.1 ผู้วิจัยได้กำหนดให้ใช้ภาคเป็นชั้นในการสุ่มดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 จำนวนสถาบันการอาชีวศึกษาในภาคต่าง ๆ จำนวน 19 สถาบันอาชีวศึกษา

ภาค	ชื่อสถาบัน
ภาคกลาง	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 1
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 2
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 3
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 4
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 5
ภาคใต้	สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 1
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 2
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
ภาคตะวันออก	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
ภาคเหนือ	สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3
	สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
กรุงเทพมหานคร	สถาบันอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร

ขั้นตอนที่ 2.2 จากการสุ่มในชั้นที่ 1 สุ่มได้กลุ่มสถาบัน จำนวน 6 กลุ่มสถาบัน การสุ่มในชั้นที่ 2 สุ่มจากสถาบันการอาชีวศึกษา จำนวน 2 วิทยาลัย ได้วิทยาลัยที่เป็นตัวอย่าง จำนวน 12 วิทยาลัย ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 จำนวนสถาบันการอาชีวศึกษา และวิทยาลัยในภาคต่าง ๆ

ภาค	ชื่อสถาบัน	วิทยาลัย
ภาคกลาง	สถาบันอาชีวศึกษาภาคกลาง 3	วิทยาลัยเทคนิคปราจิน
		วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
ภาคใต้	สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 1	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
		วิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร
ภาคตะวันออก	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออก	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
		วิทยาลัยเทคนิคพัทยา
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1	วิทยาลัยเทคนิคอุดร
		วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู
ภาคเหนือ	สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2	วิทยาลัยเทคนิคพะเยา
		วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่
กรุงเทพมหานคร	สถาบันอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร	วิทยาลัยกาญจนาภิเษกหนองจอก
		วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย

ขั้นตอนที่ 2.3 ผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม จากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชั้นปีที่ 3 จำนวนวิทยาลัยละ 2 ห้อง ได้กลุ่มตัวอย่าง 24 ห้อง รวมทั้งสิ้น 829 คน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มสถาบัน และวิทยาลัย นักเรียน ครู ผู้ปกครอง
ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สถาบัน	สถานศึกษา	นักเรียน	ครู	ผู้ปกครอง
สถาบันอาชีวศึกษา ภาคกลาง 3	วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี	75	3	75
	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ	68	2	68
สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 1	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี	65	3	65
	วิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร	65	3	65
สถาบันอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1	วิทยาลัยเทคนิค	63	2	63
	วิทยาลัยเทคนิคพัตยา	65	2	65
สถาบันอาชีวศึกษา ภาคเหนือ 2	วิทยาลัยเทคนิคอุดร	75	3	75
	วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู	70	2	70
สถาบันอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร	วิทยาลัยเทคนิคพะเยา	75	2	75
	วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่	75	2	75
	วิทยาลัยการอาชีพกาญจนนา	65	1	65
	ภิเชกหนองจอก			
	วิทยาลัยพณิชการอินทราชัย	68	1	68
	รวม	829	26	829

3. เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ฉบับ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 1 ฉบับ ดังนี้

3.1 แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ เกี่ยวกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ จำนวน 15 ข้อ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ จำนวน 15 ข้อ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ

3.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 65 ข้อ

3.3 แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์สำหรับผู้ปกครอง เกี่ยวกับบทบาทผู้ปกครองเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3.4 แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ เกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อและคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน เกี่ยวกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยมีการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม เพื่อกำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการสำหรับสร้างเครื่องมือวัด

1.2 สร้างแบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้จำนวน 15 ข้อ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์จำนวน 15 ข้อ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ จำนวน 45 ข้อสำหรับนักเรียนเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และความครอบคลุม เสนอแนะเพื่อแก้ไข

1.3 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Index of item objective congruency: IOC) โดยผลพิจารณาแบบสอบถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อคำถาม ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามที่คุณผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

เพื่อให้สมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น นำมาทำเป็นแบบสอบถามฉบับร่าง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

1.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามรายข้อ โดยไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่ จำนวน 50 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) ความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของ Cronbach (Alpha Cronbach coefficient) ผลการตรวจสอบดังนี้ แบบสอบถามบรรยายภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) อยู่ระหว่าง 0.37-0.60 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง 0.84 แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ได้ค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) อยู่ระหว่าง 0.31-0.75 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง 0.94 แบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์ได้ค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) อยู่ระหว่าง 0.32-0.74 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง (Reliability) 0.95 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

1.5 ได้แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบรรยายภาพที่ส่งเสริมการเรียนรู้ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนฉบับสมบูรณ์

2. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะ เพื่อกำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการสำหรับสร้างเครื่องมือวัด

2.2 สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามพฤติกรรมที่ต้องการ จำนวน 65 ข้อ

2.3 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแบบวัดทักษะที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Index of item objective congruency: IOC) โดยผลพิจารณาแบบสอบถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อคำถาม ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามให้ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ เพื่อให้สมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น นำมาทำเป็นแบบวัดทักษะฉบับร่าง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

2.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามรายข้อ โดยไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่

จำนวน 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยแบบวัดมีค่าความยาก รายข้ออยู่ระหว่าง 0.28-0.74 และอำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดอยู่ระหว่าง 0.28-0.73 และหาคุณภาพด้านความเที่ยงทั้งฉบับ (Reliability) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR 20) เท่ากับ 0.94 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

2.5 ได้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพฉบับสมบูรณ์

3. แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบทบาท ผู้ปกครอง โดยมีการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม เพื่อกำหนด กรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการสำหรับสร้างเครื่องมือวัด

3.2 สร้างแบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับ บทบาทผู้ปกครองจำนวน 30 ข้อ แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และความครอบคลุม เสนอแนะเพื่อแก้ไข

3.3 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแบบสอบถาม ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรง ตามเนื้อหา (Content validity) โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมาย ที่ต้องการวัด (Index of item objective congruency: IOC) โดยผลพิจารณาแบบสอบถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อคำถาม ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะ เพื่อให้สมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น นำมาทำเป็นแบบสอบถามฉบับร่าง (รายละเอียดแสดง ในภาคผนวก ก)

3.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามรายข้อ โดยไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ใกล้เคียง กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชิงใหม่ จำนวน 50 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) ความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของ Cronbach (Alpha Cronbach coefficient) ผลการตรวจสอบได้ค่าอำนาจ จำแนก (Item Total Correlation) อยู่ระหว่าง 0.59-0.81 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง (Reliability) 0.94 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

3.5 ได้แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบทบาท ผู้ปกครองฉบับสมบูรณ์

4. แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ และคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยมีการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม เพื่อกำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการสำหรับสร้างเครื่องมือวัด

4.2 สร้างแบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับบทบาทครูที่ปรึกษาจำนวน 40 ข้อ และคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ 40 ข้อ สำหรับครูวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และความครอบคลุม เสนอแนะเพื่อแก้ไข

4.3 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้านความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Index of item objective congruency: IOC) โดยผลพิจารณาแบบสอบถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ทุกข้อคำถาม ปรับปรุง แก้ไขแบบสอบถามตามที่คุณเชี่ยวชาญเสนอแนะ เพื่อให้สมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น นำมาทำเป็นแบบสอบถามฉบับร่าง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

4.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามรายข้อ โดยไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่ จำนวน 3 คน แล้วหาค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) ความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของ Cronbach (Alpha Cronbach coefficient) ผลการตรวจสอบดังนี้ แบบสอบถามบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) อยู่ระหว่าง 0.41-0.74 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง (Reliability) 0.92 แบบสอบคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้ค่าอำนาจจำแนก (Item total correlation) อยู่ระหว่าง 0.43-0.79 ในทุกข้อคำถาม โดยมีค่าความเที่ยง 0.94 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

4.5 ได้แบบสอบถามปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ในเรื่องบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ และคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

4.2 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาและเครื่องมือในการวิจัยติดต่อผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ติดต่อกับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

4.4 ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับหัวหน้าแผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 829 ฉบับ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการส่งแบบวัดความคิดเห็นทางไปรษณีย์และกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน ได้รับแบบสอบถามกลับคืนมา 829 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100

4.5 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและค่าสถิติพื้นฐาน ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบวัดความคิดเห็นที่ได้รับคืนและ คัดเลือกเฉพาะแบบวัดที่สมบูรณ์

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และลักษณะการแจกแจงตัวแปร โดยเสนอเป็นค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง

3. วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation) ทำให้ได้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ โมเดลลิสเรล

4. ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการ โครงสร้างตามทฤษฎีกับข้อมูล เชิงประจักษ์โดยใช้โปรแกรมลิสเรล ค่าสถิติสำคัญในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดล ทางทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประกอบด้วย

4.1 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์

4.2 สหสัมพันธ์พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple correlation and coefficient of determination)

4.3 ค่าสถิติวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of fit measures) ค่าสถิติในกลุ่มนี้ใช้ตรวจสอบความตรงของโมเดลเป็นภาพรวมทั้งโมเดล ค่าสถิติในกลุ่มนี้มี 6 ประเภท ดังนี้

4.3.1 ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square statistics) ค่าสถิติไค-สแควร์เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือพิจารณา χ^2/df ควรมีค่าน้อยกว่า 3.00

4.3.2 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness-of-fit index = GFI) ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนผลต่างระหว่างฟังก์ชันความสอดคล้องก่อนปรับ โมเดล GFI ที่ยอมรับได้ควรมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าที่มีมากกว่า .90 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4.3.3 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness-of-fit index = AGFI) เป็นการนำค่า GFI มาปรับแก้และคำนึงถึงขนาดของตัวแปรและกลุ่มตัวอย่าง คำนี้นั้นเช่นเดียวกับ GFI สำหรับค่า GFI และ AGFI มีค่าเท่ากับหรือเข้าใกล้ 1 ค่าที่ยอมรับได้ควรมีค่ามากกว่า .90 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4.3.4 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (Comparative fit index = CFI)

4.3.5 ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standardized root mean squared residual = Standardized RMR) เป็นค่าบอกความคลาดเคลื่อนของโมเดล

4.3.6 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Root mean square of error approximation = RMSEA) เป็นดัชนีที่พิจารณาเศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนเป็นผลต่างระหว่างความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกับความแปรปรวนตามโมเดล ถ้าเศษเหลือต่ำแสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมมาก ถ้ามากกว่า .05-.08 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสม

4.4 ดัชนีโมเดลปรับแก้ (Model modification indices: MI) ดัชนีตัวนี้เป็นประโยชน์มากในการปรับ โมเดล

ตารางที่ 3-4 กรอบดำเนินการวิจัยระยะที่ 1: การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ/ การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลที่ได้
1. เพื่อวิเคราะห์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ของ สถานศึกษา สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการ การอาชีวศึกษา	- สังเคราะห์ เอกสาร	1. เอกสารแนวคิด/ หลักการ - การจัดการเรียน การสอนโครงการ วิทยาศาสตร์ - การวิจัยแบบ ร่วมมือรวมพลัง - ปัจจัยที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	- แบบสรุปข้อมูล การสังเคราะห์	กรอบแนวคิด และกำหนด โมเดล ความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผล ต่อคุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนา โมเดล ความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุของ ปัจจัยที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ของ สถานศึกษา สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการ การอาชีวศึกษา	- พัฒนา โมเดล ความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผล ต่อคุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์			โมเดล ความสัมพันธ์ เชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผล ต่อคุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์ ตามทฤษฎี

ในระยะที่ 1 ผลที่ได้ คือ โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ
โครงการวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี

การวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

การวิจัยในระยะที่ 2 เป็นการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง และ โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัย ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีในการวิจัยระยะที่ 1 มาร่างเป็นรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งมี รายละเอียดการพัฒนารูปแบบดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย แบบร่วมมือรวมพลังผู้วิจัยนำเสนอขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ ดังนี้

ขั้นตอนดำเนินการ

1. การกำหนดกรอบแนวคิดรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยนำข้อมูลสาระสำคัญจาก โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีในการวิจัยระยะที่ 1 มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย แบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน และการวิจัยแบบ ร่วมมือรวมพลังตามแนวคิดของ Elliott (1991) มาเป็นกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

ตารางที่ 3-5 แนวคิดทฤษฎี สาระสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

แนวคิดทฤษฎี	สาระสำคัญ	รายละเอียดแนวทางนำมาพัฒนารูปแบบ	ผลของการดำเนินการ
1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism learning theory) (Boudourides, 1998)	- นักเรียนสร้างความรู้โดยกระบวนการคิดของตนเอง เมื่อนักเรียนเผชิญปัญหาซึ่งเป็นสภาวะประสบการณ์ใหม่ สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม นักเรียนจะต้องปรับโครงสร้างทางปัญญาเป็นการเสริมความรู้ใหม่โดยปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่	- การพัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยการปฏิบัติการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	1. เป้าหมายของพัฒนาคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ - ความคิดสร้างสรรค์ - เนื้อหาโครงการ - กระบวนการทำงาน - การนำเสนอผลงาน 2. กรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังตาม
2. แนวคิดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL) (หน่วยศึกษานิเทศก์, 2559)	กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการใช้กิจกรรมโครงการ ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำโครงการ ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าทดลอง ปฏิบัติ และแก้ปัญหา เพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง	- การพัฒนาการจัดการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นกำหนดและเลือกหัวข้อ 3) ขั้นเขียนเค้าโครงของโครงการ 4) ขั้นปฏิบัติงาน 5) ขั้นนำเสนอผลงาน 6) ขั้นประเมินผลงาน	แนวคิดของ Elliott (1991) 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea) 2) ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) 3) ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan) 4) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action) 5) ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects) 6) วิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) 7) ทบทวนจุดมุ่งหมาย (Revise general idea)

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

แนวคิดทฤษฎี	สาระสำคัญ	รายละเอียดแนวทางนำมาพัฒนารูปแบบ	ผลของการดำเนินการ
3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary Integration) (ไพฑูริย์ สินลารัตน์, 2555)	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่สัมพันธ์กันและต่อเนื่องกับประสบการณ์ตรง สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	- การพัฒนาการจัด การเรียนการสอน โดยครูหลายแผนกวิชา มาร่วมกันจัดการเรียน การสอน โครงการงาน วิทยาศาสตร์	3. เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้แก่ - แบบประเมิน โครงร่าง โครงการวิทยาศาสตร์ - แบบประเมิน โครงการงาน วิทยาศาสตร์ 4. สื่อวัสดุการเรียน การสอน - ตัวอย่างโครงการ วิทยาศาสตร์ - ตัวอย่างผลงาน สิ่งประดิษฐ์
4. แนวคิดการวิจัยแบบร่วมมือร่วมพลัง (Collaborative action research) (Elliot, 1991)	- การวิจัยที่ดำเนินการโดยครูหลายคนร่วมกันทำวิจัย ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เมื่อได้ข้อค้นพบ อย่างไรก็นำมาเผยแพร่ สะท้อน ผลการวิจัยนำไปสู่การปฏิบัติงาน - การวิจัยเชิงปฏิบัติการด้าน การศึกษาเป็น “การสร้างครุณักวิจัยเพื่อ พัฒนาการเรียนการสอนมากกว่า การสร้างหลักการทางวิชาการ”	- การพัฒนาการจัด การเรียนการสอน โดยครูหลายคนร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้ และสะท้อนผลเพื่อนำไป พัฒนาการทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์	5. แนวทางการประเมินระหว่างเรียนและ การประเมินผลสรุปรวม - อนุทินการเรียนรู้ - ประเมินผลงาน โครงการวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

แนวคิดทฤษฎี	สาระสำคัญ	รายละเอียดแนวทาง นำมาพัฒนารูปแบบ	ผลของการดำเนินการ
5. แนวคิด การร่วมมือกัน เรียนรู้ (Collaborative learning) (พิมพันธ์ เดชะ คุปต์, 2544)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการกลุ่มให้ผู้เรียนได้ มีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน เพื่อผลประโยชน์และ เกิดความสำเร็กร่วมกันของกลุ่ม ผู้สอนพยายามใช้กลยุทธ์วิธีให้ ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการประมวล สิ่งทีมาจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ จัดระบบความรู้สรุปเป็น องค์ความรู้ด้วยตนเองเป็น หลักการสำคัญ	- การพัฒนาการจัด การเรียนการสอนที่เน้น การเรียนรู้เป็นกลุ่ม ระดมสมอง แลกเปลี่ยน เรียนรู้และปฏิบัติงานกลุ่ม ร่วมกัน	

2. พัฒนาร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังโดยการนำเป้าหมายการเรียนการสอน ข้อมูลสาระสำคัญจาก โมเดล ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีในการวิจัยระยะที่ 1 โดยนำแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ทฤษฎี การเรียนการสอน และกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังที่ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นร่าง รูปแบบกระบวนการเรียนการสอนและวิธีการปฏิบัติการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์

ตารางที่ 3-6 เป้าหมาย กระบวนการเรียนการสอนและวิธีการปฏิบัติการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพ
โครงการวิทยาศาสตร์

เป้าหมายการพัฒนา	ขั้นตอนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์	กระบวนการวิจัย แบบร่วมมือรวมพลัง	แนวทางกำหนดกิจกรรม
1. นักเรียน - ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ - แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ - จิตวิทยาศาสตร์ - ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน - บรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้ 2. ครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์ 3. ผู้ปกครอง	1. ขั้นเตรียม ความพร้อม	1. ขั้นกำหนด จุดมุ่งหมาย	กิจกรรมแสวงหา ความร่วมมือประกอบด้วย 4 กิจกรรม - การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา เพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำ รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา โครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ แบบร่วมมือรวมพลัง - การประชุมงานวิจัยพัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ - การรับสมัครนักเรียน เข้าร่วมโครงการ - การประชุมชี้แจงผู้ปกครอง นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ
		2. ขั้นวิเคราะห์ สภาพปัญหา	กิจกรรมสืบหาสาเหตุ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม 1. กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุ ที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์โดยครูผู้ร่วมวิจัย ในประเด็น 1) นักเรียน - ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ - แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ - จิตวิทยาศาสตร์

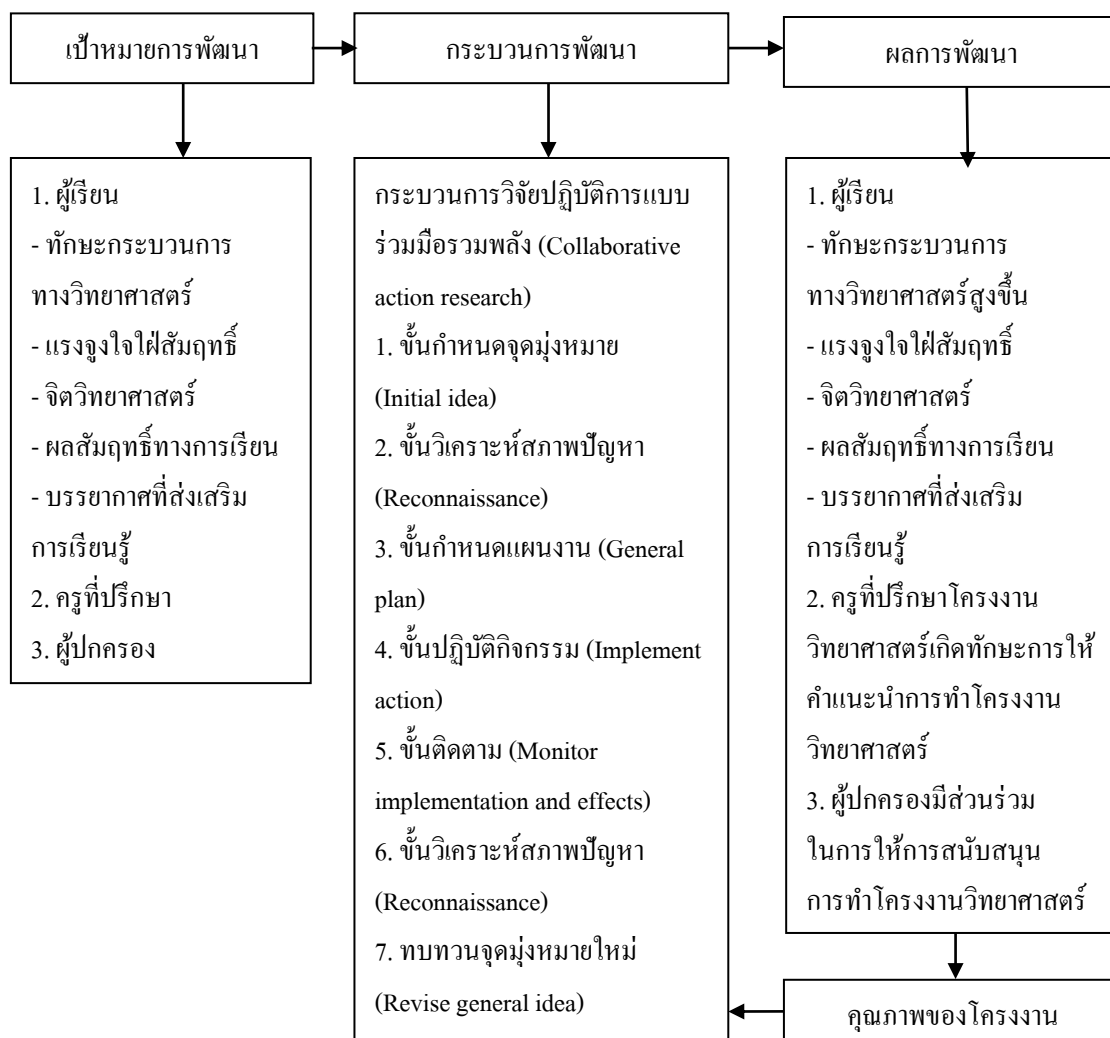
ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

เป้าหมายการพัฒนา	ขั้นตอนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์	กระบวนการวิจัย แบบร่วมมือรวมพลัง	แนวทางกำหนดกิจกรรม
			<ul style="list-style-type: none"> - ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน - บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ 2) บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ 3) บทบาทผู้ปกครอง 2. กิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์
	2. ขั้นกำหนดและเลือกหัวข้อ	ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)	ดำเนินการตามกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ในขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา
	3. ขั้นเขียนเค้าโครงของโครงการ	ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action)	- ดำเนินการตามกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ในขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา
	4. ขั้นปฏิบัติงาน	ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)	- จัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแผนงาน - ติดตามการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นระยะ
	5. ขั้นนำเสนอผลงาน	ขั้นตอนที่ 6 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)	สะท้อนผลการดำเนินงานที่ผ่านมาทั้งหมดเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ทำสำเร็จ ไม่สำเร็จ สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น
		ขั้นตอนที่ 7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมาย (Revise general idea)	1. การทบทวนข้อมูลการดำเนินงานในทุกขั้นตอนที่ผ่านมา 2. กำหนดกิจกรรมใหม่

3. ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง โดยอาจารย์ที่ปรึกษา และระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบโดยการสะท้อนคิดของครูผู้ร่วมวิจัย นักเรียน ปรับปรุงให้เหมาะสมตามกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

4. พัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งประกอบด้วย คำนำ แนวทางในการนำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ไปใช้ ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ องค์ประกอบของรูปแบบ (หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล) ตัวอย่างกิจกรรม และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

จากการศึกษาแนวคิดกระบวนการของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism learning theory) แนวคิดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาการบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary Integration แนวคิดการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) แนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเรียนรู้ (Collaborative learning) แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา (Research and development) แนวคิดเกี่ยวกับวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mix methodology) แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอนโดยการสะท้อนคิดของครูผู้ร่วมวิจัย นักเรียน ปรับปรุงให้เหมาะสมตามกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

จากภาพที่ 3-1 ร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง มีองค์ประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ การเรียนรู้โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง คือ การเรียนที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้เรียนและครูมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ผ่านกิจกรรมที่เน้นการร่วมมือกันในการเรียนรู้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหาโครงการ กระบวนการทำงาน และการนำเสนอผลงาน

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบโดยประยุกต์ใช้กรอบการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) ตามแนวคิดของ Elliott (1991) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนหลัก คือขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea) ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action) ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects) ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมาย (Revise general idea) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial Idea) เป็นการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

กิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ ประกอบด้วย 4 กิจกรรมย่อย

- การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

- การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

- การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ

- การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการวิทยาศาสตร์ โครงการวิชาชีพ สิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ได้แก่

กิจกรรมสืบหาสาเหตุประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย

1. กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยครูผู้ร่วมวิจัย
ในประเด็น

1.1 นักเรียน

- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

- จิตวิทยาาสตร์

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้
- 1.2 บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์
- 1.3 บทบาทผู้ปกครอง

2. กิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan) เป็นการดำเนินการตามกิจกรรม กำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ในขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา เพื่อให้ นักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้รับประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ครูผู้ร่วมวิจัยมีความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการวิจัย ประกอบ 3 กิจกรรมย่อย

กิจกรรมส่งเสริมศักยภาพผู้ร่วมวิจัย

1. การศึกษา ดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการงานวิทยาศาสตร์
2. การศึกษา ดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
3. การอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action) เป็นการดำเนินการตามกิจกรรม กำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ในขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา โดยครูผู้ร่วมวิจัย ได้กำหนดกิจกรรม ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมสร้างสรรค์โครงการ

1. กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์
2. กิจกรรมจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
3. กิจกรรมนำเสนอผลงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects) เป็นการดำเนินการ ตามกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ในขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา โดยการติดตามการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นระยะตามแผนการจัดกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) เป็นการดำเนินการสรุป ผลการเรียนรู้ โดยผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมประเมินผลที่เกิดกับตัวนักเรียน ผลที่เกิดกับผู้ร่วมวิจัย ซึ่งนักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การสะท้อนผลการดำเนินงาน ที่ผ่านมาทั้งหมดเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ทำสำเร็จ ไม่สำเร็จ สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข และการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้น ได้แก่ กิจกรรมเรื่องเล่าระหว่างการเดินทาง

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ (Revise general idea) เป็นการดำเนินการทบทวนข้อมูลการดำเนินงานในทุกขั้นตอนที่ผ่านมา และกำหนดกิจกรรมใหม่เพื่อดำเนินการวิจัยในรอบที่ 2

4. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง มีการวัดและประเมินผล ดังนี้

คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการประเมินโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นผู้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย

1. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความแปลกใหม่ของหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง มีการแสดงหลักฐานและการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ มีการอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์
2. เนื้อหาโครงการ หมายถึง องค์ประกอบการเขียนรายงานครบถ้วนสมบูรณ์ เนื้อหาการเขียนรายงานถูกต้องตามหลักวิชาการ รูปแบบการเขียนรายงานเข้าใจง่าย มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. กระบวนการทำงาน หมายถึง แสดงกระบวนการแก้ปัญหา แสดงการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ดำเนินการทดลองตามแบบแผน สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์
4. การนำเสนอผลงาน หมายถึง ความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน คุณภาพของสื่อทำให้เข้าใจง่าย มีวิธีการนำเสนอโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ มีความคิดริเริ่มในการจัดแสดงโครงการ

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีการแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea) 2) ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) 3) ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan) 4) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action) 5) ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects) 6) วิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance) 7) ทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ (Revise general idea) ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-7 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

กิจกรรม	เทคนิค/เครื่องมือ
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea)	
กิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ	
1. การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษา เพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย ปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง	- แบบบันทึกการเข้าร่วมการปฏิบัติการวิจัย - แบบบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วม - บันทึกผลการประชุมครูและบุคลากรทางการศึกษา
2. การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์	- บันทึกผลการประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ
3. การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ	
4. การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ	
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)	
กิจกรรมสืบหาสาเหตุ	
1. กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	- สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์
2. กิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)	
กิจกรรมส่งเสริมศักยภาพผู้ร่วมวิจัย	
1. โครงการศึกษาดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการวิทยาศาสตร์	- อนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) โครงการศึกษาดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการวิทยาศาสตร์,
2. โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่	การแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
3. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย	- แบบบันทึกการสังเกตการมีส่วนร่วม

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

กิจกรรม	เทคนิค/เครื่องมือ
ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action)	
ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)	
กิจกรรมสร้างสรรค์โครงการ	- แบบประเมิน โครงร่าง โครงการ วิทยาศาสตร์
1. กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์
2. กิจกรรมจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์	- แบบบันทึกการสังเกตการมีส่วนร่วม
3. กิจกรรมนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์
ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)	- แบบบันทึกการสังเกตการมีส่วนร่วม
กิจกรรมเรื่องเล่าระหว่างการเดินทาง	- การสะท้อนคิดจากนักเรียน - การสะท้อนคิดจากครูผู้ร่วมวิจัย
ขั้นตอนที่ 7 ทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ (Revise general idea)	- แบบบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วม - การสะท้อนคิดจากครูผู้ร่วมวิจัย
กิจกรรมแสวงหาความสำเร็จ	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูล เอกสารที่ได้จากการศึกษาบริบทของวิทยาลัย หลักสูตร สภาพการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ข้อมูลผู้สอนเป็นรายบุคคล แผนปฏิบัติการประจำปี
2. รวบรวมผลการพูดคุยอย่างเป็นทางการ จากการประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลัง
3. รวบรวมผลการพูดคุยอย่างเป็นทางการกิจกรรมประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ
4. รวบรวมผลการพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการ ในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการเข้าร่วมในกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ภายหลังจากที่ได้ประชุมชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย กระบวนการวิจัย และรายละเอียดอื่น ๆ เกี่ยวกับการวิจัยแก่ครูผู้ร่วมวิจัย

5. รวบรวมผลการพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการ ในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการเข้าร่วมในกระบวนการวิจัยในครั้งนี้ภายหลังจากที่ได้รับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการตามความสมัครใจ
6. รวบรวมผลอนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) โครงการศึกษาคูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้าน วิศวกรรมวิทยาศาสตร์ และโครงการศึกษาคูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
7. การประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยปรับปรุงจากแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์อาชีวศึกษา-เอสไอ โดยการให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric)
8. หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดแล้ว รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ และความคิดเห็นของครู และนักเรียนต่อรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยจัดประชุมสรุปผล และบันทึกการสะท้อนคิดจากนักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัย
9. บันทึกสภาพการดำเนินการตามกระบวนการวิจัยในแต่ละขั้นตอนและจากการสังเกตพฤติกรรมมีส่วนร่วมในแต่ละกิจกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความ

ผู้วิจัยกำหนดการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการของการวิจัยร่วมมือรวมพลัง ดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพบริบทของวิทยาลัย ข้อมูลพื้นฐานของวิทยาลัย คุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้สอน ภูมิหลังของนักเรียนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)
2. การวิเคราะห์ผลที่เกิดจากกระบวนการสร้างความร่วมมือในการวิจัยตามบริบทที่เป็นจริงขณะทำการวิจัย โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากการตีความสร้างข้อสรุปจากแบบสัมภาษณ์การเข้าร่วมวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง บันทึกการสังเกตการมีส่วนร่วม บันทึกการประชุม
3. การวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง แยกการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้
 - 3.1 วิเคราะห์ผลการใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จากการตีความสร้างข้อสรุปจากแบบบันทึกการมีส่วนร่วมและบันทึกสะท้อนคิด
 - 3.2 วิเคราะห์ผลคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ลักษณะ คือ
 - 3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

3.2.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์โดยการให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric) โดยมีเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

- 1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 20 คะแนน
 - 1.1) ความแปลกใหม่ของปัญหาและการระบุตัวแปร
 - 1.2) ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง
 - 1.3) การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ
 - 1.4) การอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์
- 2) เนื้อหาโครงการ 20 คะแนน
 - 2.1) องค์ประกอบการเขียนรายงานครบถ้วนสมบูรณ์
 - 2.2) เนื้อหาการเขียนรายงานถูกต้องตามหลักวิชาการ
 - 2.3) รูปแบบการเขียนรายงานเข้าใจง่าย
 - 2.4) การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) กระบวนการ 20 คะแนน
 - 3.1) แสดงกระบวนการแก้ปัญหา
 - 3.2) แสดงการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
 - 3.3) ดำเนินการทดลองตามแบบแผน
 - 3.4) สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์
- 4) การนำเสนอผลงาน 20 คะแนน
 - 4.1) ความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน
 - 4.2) คุณภาพของสื่อ ทำให้มีความเข้าใจได้ง่าย
 - 4.3) วิธีการนำเสนอได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.4) การตอบคำถามบ่งชี้ถึงการมีความรู้ ความเข้าใจ

เกณฑ์การแปลผลคะแนน นำค่าคะแนนที่ได้มาแปลผลความหมายตามเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
 ร้อยละ 70-79 หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
 ร้อยละ 60-69 หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
 ร้อยละ 50-59 หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์
 ต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนและครูผู้ร่วมโครงการ การสังเกตพฤติกรรมจากแบบบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วม โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ตารางที่ 3-8 กรอบดำเนินการวิจัยระยะที่ 2: การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงาน
วิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือ/ การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลที่ได้
เพื่อพัฒนารูปแบบการสอน	- สร้างรูปแบบการสอน - ตรวจสอบจากโมเดล	1. นักเรียน จำนวน 15 คน 2. ครู จำนวน 10 คน	เครื่องมือ - แบบบันทึกการสังเกต - แบบมีส่วนร่วม - บันทึกผลการประชุมครู และบุคลากรทางการศึกษา - บันทึกผลการประชุมชี้แจง	- รูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาโครงการ
ความสัมพันธเชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	โดยอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ปรึกษาและปรับปรุง ตามข้อค้นพบจากการสะท้อนผลของครูผู้ร่วมวิจัย - ทดลองใช้รูปแบบการฯ		ผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ - สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ - อนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) โครงการศึกษาดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการวิทยาศาสตร์ - อนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ - แบบประเมินโครงร่าง - แบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ - การสะท้อนคิดจากนักเรียน - การสะท้อนคิดจากครูผู้ร่วมวิจัย	โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ที่มีความเหมาะสม - คะแนนคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์
			การวิเคราะห์ข้อมูล - ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยค่าร้อยละ - ข้อมูลเชิงคุณภาพจากบันทึกสะท้อนคิดโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)	โครงการวิทยาศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลังในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอการดำเนินการ 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตอนที่ 5 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลัง

โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

ความหมายและสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
SK	แทน	ค่าความเบ้
KU	แทน	ค่าความโด่ง
SE	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
χ^2	แทน	ค่าสถิติไคสแควร์
p	แทน	P-value

GFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน
AGFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว
CFI	แทน	ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนเปรียบเทียบ
RMR	แทน	ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
RMSEA	แทน	ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า
R ²	แทน	ค่าความเชื่อมั่นในการวัด
df	แทน	ระดับชั้นของความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

2. สัญลักษณ์หรืออักษรย่อที่ใช้แทนตัวแปร

2.1 ตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่

FAM1	แทน	การให้คำปรึกษา
FAM2	แทน	การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้
FAM3	แทน	การอำนวยความสะดวก
CLASS1	แทน	ด้านกายภาพ
CLASS2	แทน	ด้านจิตภาพ
CLASS3	แทน	ด้านสังคม
SCISK1	แทน	ทักษะการสังเกต
SCISK2	แทน	ทักษะการวัด
SCISK3	แทน	ทักษะการคำนวณ
SCISK4	แทน	ทักษะการจำแนกประเภท
SCISK5	แทน	ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
SCISK6	แทน	ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
SCISK7	แทน	ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
SCISK8	แทน	ทักษะการพยากรณ์
SCISK9	แทน	ทักษะการตั้งสมมติฐาน
SCISK10	แทน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
SCISK11	แทน	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
SCISK12	แทน	ทักษะการทดลอง
SCISK13	แทน	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
SCIA1	แทน	ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์1
SCIA2	แทน	ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์2

SCIM1	แทน	ความสนใจใฝ่รู้
SCIM2	แทน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
SCIM3	แทน	ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
SCIM4	แทน	ความมีเหตุผล
SCIM5	แทน	ความใจกว้าง
SCIM6	แทน	ความมีระเบียบและรอบคอบ
SCIM7	แทน	ความรับผิดชอบ
SCIM8	แทน	ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม
SCIM9	แทน	ความซื่อสัตย์
ACHI1	แทน	ความต้องการความสำเร็จ
ACHI2	แทน	ความต้องการรักใคร่ผูกพัน
ACHI3	แทน	ความต้องการอยากมีอำนาจ
QUI1	แทน	ความคิดสร้างสรรค์
QUI2	แทน	เนื้อหาโครงการ
QUI3	แทน	กระบวนการทำงาน
QUI4	แทน	การนำเสนอผลงาน
TEACH1	แทน	การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม
TEACH2	แทน	การให้คำปรึกษาการวางแผน
TEACH3	แทน	การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน
TEACH4	แทน	การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/กระบวนการ

2.2 ตัวแปรแฝงภายใน ได้แก่

FAMILY	แทน	บทบาทของผู้ปกครอง
CLASS	แทน	บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้
SCISK	แทน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
SCIACH	แทน	ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
SCIM	แทน	จิตวิทยาศาสตร์
ACHI	แทน	แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
TEACH	แทน	บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์

2.3 ตัวแปรตาม คือ

QUALITY	แทน	คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์
---------	-----	-----------------------------

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อ
คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ
อาชีวศึกษา**

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ
โครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตารางที่ 4-1 ค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ครูผู้สอนวิชา
วิทยาศาสตร์ ผู้ปกครอง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 นักเรียน		
- ชาย	611	73.703
- หญิง	218	26.297
รวม	829	100.00
1.2 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์		
- ชาย	23	88.462
- หญิง	3	11.538
รวม	26	100.000
1.3 ผู้ปกครอง		
- ชาย	106	12.786
- หญิง	723	87.214
รวม	829	100.000
2. ระดับการศึกษา		
2.1 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์		
- ปริญญาตรี	8	30.769
- ปริญญาโท	18	69.231
รวม	26	100.000

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2.2 ผู้ปกครอง		
- ประถมศึกษา	341	41.134
- มัธยมศึกษา	236	28.468
- อนุปริญญา	228	27.503
- ปริญญาตรี	23	2.895
รวม	829	100.000

จากตารางที่ 4-1 ค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้ปกครอง ในการศึกษาพบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 611 คน คิดเป็นร้อยละ 73.70 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 และผู้ปกครองส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 723 คน คิดเป็นร้อยละ 87.21 ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาโท จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 69.23 ผู้ปกครองส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษา จำนวน 341 คิดเป็นร้อยละ 41.13

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ของตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรสังเกตได้	\bar{X}	SD	Sk	Ku
บทบาทผู้ปกครอง				
1. การให้คำปรึกษา	4.245	0.437	-0.443	-0.432
2. การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้	4.059	0.641	-0.680	-0.246
3. การอำนวยความสะดวก	4.252	0.553	-0.708	-0.174
รวม	4.190	0.805	-0.889	0.760
บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้				
1. ด้านกายภาพ	3.938	0.597	-0.190	-0.343
2. ด้านจิตภาพ	4.059	0.588	-0.288	-0.338
3. ด้านสังคม	4.052	0.568	-0.325	0.002
รวม	4.020	0.811	-0.455	-0.282

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ตัวแปรสังเกตได้	\bar{X}	SD	Sk	Ku
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
1. ทักษะการสังเกต	2.440	1.262	-0.105	-0.669
2. ทักษะการวัด	2.280	1.192	0.051	-0.445
3. ทักษะการคำนวณ	2.570	1.542	-0.001	-1.094
4. ทักษะการจำแนกประเภท	2.660	1.521	-0.198	-1.082
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	2.060	1.438	0.227	-1.005
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	2.290	1.496	0.187	-1.008
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	1.960	1.275	0.219	-0.665
8. ทักษะการพยากรณ์	2.220	1.380	0.444	-0.735
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	2.090	1.568	0.473	-0.868
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1.710	1.230	0.380	-0.444
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.51	1.152	0.449	-0.602
12. ทักษะการทดลอง	1.960	1.295	0.519	-0.296
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	2.210	1.718	0.357	-1.155
รวม	0.43	0.495	0.284	-1.919
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์				
1. ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์1	2.434	0.668	0.350	-0.079
2. ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์2	2.419	0.682	0.213	-0.048
รวม	2.427	0.675	0.278	-0.062
จิตวิทยาศาสตร์				
1. ความสนใจใฝ่รู้	4.090	0.558	-0.701	0.610
2. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.008	0.597	-0.565	0.158
3. ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.086	0.526	-0.533	0.444
4. ความมีเหตุผล	4.039	0.535	-0.337	-0.218
5. ความใจกว้าง	4.151	0.532	-0.562	0.079

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ตัวแปรสังเกตได้	\bar{X}	SD	Sk	Ku
6. ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.078	0.543	-0.620	0.697
7. ความรับผิดชอบ	4.055	0.552	-0.861	1.902
8. ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม	4.090	0.549	-0.543	0.151
9. ความซื่อสัตย์	4.103	0.571	-0.356	-0.289
รวม	4.080	0.797	-0.649	0.375
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์				
1. ความต้องการความสำเร็จ	4.049	0.566	-0.340	-0.136
2. ความต้องการรักใคร่ผูกพัน	4.019	0.613	-0.338	-0.336
3. ความต้องการอยากมีอำนาจ	4.040	0.589	-0.243	-0.522
รวม	4.040	0.816	-0.538	-0.063
บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์				
1. การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม	4.187	0.517	-0.779	1.900
2. การให้คำปรึกษาการวางแผน	4.334	0.497	-1.714	6.265
3. การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน	4.291	0.475	-1.313	6.276
4. การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/ กระบวนการ	4.390	0.502	-1.059	2.648
รวม	4.300	0.693	-0.986	1.944
คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์				
1. ความคิดสร้างสรรค์	3.862	0.568	-0.50	-0.736
2. เนื้อหาโครงการงาน	3.952	0.621	-0.560	-0.603
3. กระบวนการทำงาน	3.980	0.628	-0.121	-0.976
4. การนำเสนอผลงาน	3.910	0.611	-0.179	-0.994
รวม	3.930	0.757	-0.167	-0.491

จากตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้และความโด่งของ ตัวแปรในแต่ละกลุ่มตัวแปรแฝง สามารถแยกพิจารณาในแต่ละกลุ่มตัวแปรแฝงได้ดังต่อไปนี้ คือ

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงบทบาทผู้ปกครอง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าบทบาท ผู้ปกครองในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.190$, $SD = 0.805$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุด คือ การอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.252$, $SD = 0.550$) รองลงมาคือ การให้คำปรึกษา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.245$, $SD = 0.437$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมี ความเห็นว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.020$, $SD = 0.811$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุด คือ ด้านจิตภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.059$, $SD = 0.588$) รองลงมา คือ ด้านสังคมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.052$, $SD = 0.568$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมี ความเห็นว่าตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุดคือ ทักษะการจำแนกประเภท ($\bar{X} = 2.660$, $SD = 1.521$) รองลงมาคือ ทักษะการคำนวณ ($\bar{X} = 2.570$, $SD = 1.542$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุดคือ วิชาวิทยาศาสตร์ 1 ($\bar{X} = 2.434$, $SD = 0.668$) รองลงมาคือ วิชาวิทยาศาสตร์ 2 ($\bar{X} = 2.420$, $SD = 0.682$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าจิตวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.080$, $SD = 0.797$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุด คือ ความใจกว้างอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.151$, $SD = 0.532$) รองลงมาคือ ความซื่อสัตย์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.103$, $SD = .571$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.040$, $SD = 0.816$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่า มากที่สุด คือ ความต้องการความสำเร็จอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.049$, $SD = 0.566$) และความต้องการ ออกกำลังกายอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.040$, $SD = 0.589$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบ กลุ่มตัวอย่างมี ความเห็นว่าบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.300$, $SD = 0.696$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่ามากที่สุดคือ การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/ กระบวนการ ($\bar{X} = 4.390$, $SD = 0.502$) รองลงมาคือ การให้คำปรึกษาการวางแผน ($\bar{X} = 4.334$, $SD = 0.500$)

ตัวแปรในกลุ่มตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.930$, $SD = 0.757$) ตัวแปรสังเกตได้ที่มีค่า

มากที่สุดคือ กระบวนการทำงาน ($\bar{X} = 3.800$, $SD = 0.628$) รองลงมาคือ เนื้อหาโครงการ ($\bar{X} = 3.951$, $SD = 0.621$)

เมื่อพิจารณาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้มีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลใกล้เคียงกัน

สำหรับการแจกแจงของตัวแปร เมื่อพิจารณาจากความเบ้ของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า การแจกแจงของข้อมูลส่วนใหญ่มีลักษณะเบ้ซ้าย (ค่าความเบ้มีค่าเป็นลบ) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และเมื่อพิจารณาค่าความโด่งของตัวแปร พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่าความโด่งใกล้เคียงกับโค้งปกติ แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีการแจกแจงเป็นโค้งปกติจึงสามารถนำไปวิเคราะห์ในโมเดลสมการโครงสร้างได้

ตอนที่ 2 ผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

การนำเสนอผลการคัดกรองข้อมูลและตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นผู้วิจัยนำเสนอไว้เป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบข้อมูลที่มีค่าผิดปกติและมีค่าสุดโต่ง และการตรวจสอบข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การตรวจสอบข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outliers) และมีค่าสุดโต่ง (Extremes) ผู้วิจัยทำการตรวจสอบข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outliers) และมีค่าสุดโต่ง (Extremes) ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติหลายตัวแปร (Multivariate outliers) จากการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของค่า Mahalanobis distance ซึ่งค่าความน่าจะเป็นของ Mahalanobis distance น้อยกว่าหรือเท่ากับ .001 จะถือว่าเป็น Multivariate outlier (Tabachnick & Fidell, 2007) จำนวนข้อมูลทั้งหมดมี 829 หน่วย ผลการตรวจสอบ พบว่า มีข้อมูล 45 หน่วย เป็นค่าผิดปกติหลายตัวแปร (multivariate outliers) ผู้วิจัยจึงได้ทำการตัดข้อมูลเหล่านั้นทิ้งไปจากข้อมูลดิบก่อนการวิเคราะห์ จึงทำให้เหลือข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 784 หน่วย

2. การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality) ผู้วิจัยทำการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติแบบปกติหลายตัวแปรด้วย Mardia's coefficient เป็นค่าที่บ่งชี้ถึง Multivariate kurtosis ซึ่งถ้าค่า Mardia's coefficient มากกว่า 8 แสดงว่า ข้อมูลนั้นมีการแจกแจงแบบโค้งไม่ปกติ (Bentler, 2005) ผลการตรวจสอบ พบว่า ค่า Mardia's coefficient เท่ากับ 7.387 แสดงว่าข้อมูลแจกแจงเป็นโค้งปกติ

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการศึกษา โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 41 ตัวแปร แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

	FAM1	FAM2	FAM3	CLASS1	CLASS2	CLASS3	SCISK1	SCISK2	SCISK3	SCISK4	SCISK5	SCISK6	SCISK7	SCISK8	SCISK9	SCISK10	SCISK11	SCISK12	
FAM1	1																		
FAM2	.549**	1																	
FAM3	.429**	.601**	1																
CLASS1	.101**	.121**	.160**	1															
CLASS2	0.048	0.045	.105**	.694**	1														
CLASS3	0.049	.070*	.114**	.675**	.731**	1													
SCISK1	-0.020	-0.066	-.069*	-.088*	0.008	-0.031	1												
SCISK2	-0.019	-0.060	-0.038	-.123**	0.003	-0.040	.430**	1											
SCISK3	-0.059	-.131**	-.100**	-.168**	-0.045	-.099**	.485**	.474**	1										
SCISK4	-0.058	-.082*	-.088*	-.163**	-0.031	-.100**	.421**	.390**	.563**	1									
SCISK5	-0.059	-0.059	-0.041	-.091**	0.001	0.002	.420**	.402**	.430**	.404**	1								
SCISK6	-.084*	-.087*	-.102**	-.129**	-0.009	-0.065	.403**	.413**	.550**	.525**	.418**	1							
SCISK7	-0.057	-0.049	-0.040	-.128**	0.008	-0.054	.402**	.337**	.479**	.469**	.327**	.493**	1						
SCISK8	-.084*	-.098**	-0.065	-.139**	-0.010	-0.050	.298**	.377**	.472**	.440**	.265**	.454**	.525**	1					
SCISK9	-0.020	-0.045	-0.012	-.110**	-0.005	-0.044	.337**	.359**	.491**	.480**	.343**	.461**	.518**	.570**	1				
SCISK10	-.072*	-0.055	-0.062	-.122**	-0.002	-0.046	.254**	.288**	.346**	.390**	.277**	.396**	.394**	.392**	.445**	1			
SCISK11	-0.056	-0.029	-0.049	-.097**	-.088*	-.079*	.113**	.214**	.250**	.143**	.096**	.312**	.248**	.248**	.300**	.218**	1		
SCISK12	-0.059	-0.033	-0.028	-.088*	-0.016	-0.059	.236**	.334**	.376**	.340**	.195**	.347**	.341**	.385**	.421**	.305**	.266**	1	
SCISK13	-0.066	-0.063	-0.036	-.148**	-.074*	-.107**	.404**	.377**	.480**	.430**	.329**	.491**	.515**	.490**	.506**	.383**	.302**	.445**	1
TEACH1	.081*	.085*	.089*	.074*	0.020	0.030	-0.045	-0.065	-0.067	-.084*	-.082*	-0.060	-0.035	-0.065	0.032	-0.014	0.041	0.053	
TEACH2	0.020	0.043	0.057	0.056	0.054	0.001	.075*	0.002	0.038	0.009	0.019	.083*	.075*	0.001	.095**	.116**	0.067	.118**	
TEACH3	0.039	.079*	.073*	0.068	0.048	-0.005	.103**	0.019	.078*	0.061	0.031	.086*	.093**	0.040	.120**	.134**	.076*	.122**	
TEACH4	-0.027	0.010	0.024	0.049	0.026	-0.010	.079*	0.054	.085*	0.055	0.058	.100**	.103**	.072*	.135**	.136**	.116**	.125**	

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

	FAM1	FAM2	FAM3	CLASS1	CLASS2	CLASS3	SCISK1	SCISK2	SCISK3	SCISK4	SCISK5	SCISK6	SCISK7	SCISK8	SCISK9	SCISK10	SCISK11	SCISK12
ACHI1	0.024	0.028	.069 [*]	.575 ^{**}	.593 ^{**}	.582 ^{**}	0.034	0.003	-0.067	-0.060	0.020	-0.026	-0.011	0.002	-0.005	0.017	-0.032	-0.007
ACHI2	.069 [*]	0.032	.079 [*]	.509 ^{**}	.554 ^{**}	.570 ^{**}	0.016	0.027	-.069 [*]	-0.041	0.053	-0.008	-0.019	-0.027	-0.020	0.001	-0.015	-0.007
ACHI3	0.051	0.059	.088 [*]	.529 ^{**}	.542 ^{**}	.580 ^{**}	0.006	0.026	-0.041	-0.064	0.042	-0.007	0.010	-0.005	-0.028	0.026	-0.017	0.018
SCIA1	0.052	.098 ^{**}	0.052	0.048	0.018	.101 ^{**}	0.025	0.013	-0.009	0.002	-0.037	-0.022	0.007	-0.033	-0.008	0.010	0.065	0.022
SCIA2	.085 [*]	.120 ^{**}	.079 [*]	.086 [*]	0.057	.119 ^{**}	-0.002	0.019	-0.044	-0.050	-0.038	-0.014	-0.024	-.082 [*]	-0.045	-0.006	0.014	0.014
SCIM1	0.051	0.045	0.056	.232 ^{**}	.249 ^{**}	.273 ^{**}	-.089 ^{**}	-0.060	-.146 ^{**}	-.118 ^{**}	-.110 ^{**}	-.121 ^{**}	-0.033	-0.028	-.079 [*]	-0.065	-0.050	-0.023
SCIM2	0.055	0.052	0.032	.246 ^{**}	.246 ^{**}	.287 ^{**}	-.126 ^{**}	-.108 ^{**}	-.186 ^{**}	-.181 ^{**}	-.148 ^{**}	-.177 ^{**}	-.104 ^{**}	-.109 ^{**}	-.125 ^{**}	-.084 [*]	-0.043	-0.049
SCIM3	0.054	0.052	0.068	.210 ^{**}	.212 ^{**}	.258 ^{**}	-.132 ^{**}	-.116 ^{**}	-.197 ^{**}	-.136 ^{**}	-.107 ^{**}	-.173 ^{**}	-.126 ^{**}	-.105 ^{**}	-.134 ^{**}	-.095 ^{**}	-.107 ^{**}	-.074 [*]
SCIM4	.080 [*]	0.047	0.062	.241 ^{**}	.183 ^{**}	.251 ^{**}	-.150 ^{**}	-.084 [*]	-.169 ^{**}	-.179 ^{**}	-.144 ^{**}	-.139 ^{**}	-.115 ^{**}	-.096 ^{**}	-.098 ^{**}	-0.066	-0.034	-.098 ^{**}
SCIM5	0.034	0.031	.072 [*]	.188 ^{**}	.230 ^{**}	.254 ^{**}	-0.038	-0.063	-.108 ^{**}	-0.067	-.068 [*]	-0.054	-0.050	-0.024	-0.016	-0.019	-.069 [*]	-0.001
SCIM6	0.029	0.034	0.043	.260 ^{**}	.231 ^{**}	.293 ^{**}	-.073 [*]	-.093 ^{**}	-.151 ^{**}	-.139 ^{**}	-.103 ^{**}	-.126 ^{**}	-.110 ^{**}	-.109 ^{**}	-.119 ^{**}	-.085 [*]	-0.028	-0.065
SCIM7	0.014	0.014	0.010	.221 ^{**}	.248 ^{**}	.283 ^{**}	-0.020	-0.012	-0.062	-.098 ^{**}	-0.020	-0.053	-0.044	-0.027	-0.023	-0.019	-0.049	-0.013
SCIM8	0.043	0.047	.075 [*]	.243 ^{**}	.268 ^{**}	.308 ^{**}	-.086 [*]	-.077 [*]	-.116 ^{**}	-.144 ^{**}	-0.066	-.118 ^{**}	-.100 ^{**}	-.089 [*]	-.095 ^{**}	-0.046	-0.034	-0.041
SCIM9	0.026	0.037	0.028	.180 ^{**}	.180 ^{**}	.221 ^{**}	-.071 [*]	-.078 [*]	-.128 ^{**}	-.114 ^{**}	-.104 ^{**}	-.099 ^{**}	-.101 ^{**}	-.106 ^{**}	-.083 [*]	-.082 [*]	-0.037	-0.034
QUI1	.172 ^{**}	.156 ^{**}	.126 ^{**}	.074 [*]	-0.001	0.000	-0.042	0.028	-.080 [*]	-0.038	-.074 [*]	-0.055	-0.064	-.095 ^{**}	-0.044	-0.033	-0.031	0.002
QUI2	.123 ^{**}	.150 ^{**}	.132 ^{**}	0.029	0.005	-0.025	.091 ^{**}	.106 ^{**}	0.041	.082 [*]	0.042	0.060	.072 [*]	0.047	.107 ^{**}	.091 ^{**}	0.064	.101 ^{**}
QUI3	.118 ^{**}	.136 ^{**}	.121 ^{**}	0.025	-0.009	-0.012	0.028	0.058	0.006	0.041	0.005	0.037	0.027	0.033	.073 [*]	.090 ^{**}	.078 [*]	.100 ^{**}
QUI4	.131 ^{**}	.142 ^{**}	.104 ^{**}	0.033	0.007	-0.001	0.014	.072 [*]	0.010	0.030	0.000	0.064	0.053	0.027	.073 [*]	0.064	.095 ^{**}	.115 ^{**}
\bar{X}	4.245	4.059	4.252	3.938	4.059	4.051	2.440	2.280	2.570	2.660	2.060	2.290	1.960	2.220	2.090	1.710	1.510	1.960
SD	.437	.641	.550	.597	.588	.568	1.262	1.192	1.542	1.521	1.438	1.496	1.275	1.380	1.568	1.230	1.152	1.295

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

	SCISK13	TEACH1	TEACH2	TEACH3	TEACH4	ACHI1	ACHI2	ACHI3	SCIA1	SCIA2	SCIM1	SCIM2	SCIM3	SCIM4	SCIM5	SCIM6	SCIM7	SCIM8	SCIM9	QUI1	QUI2	QUI3	QUI4	
SCISK13	1																							
TEACH1	-0.045	1																						
TEACH2	.079*	.656**	1																					
TEACH3	.119**	.613**	.810**	1																				
TEACH4	.125**	.585**	.767**	.798**	1																			
ACHI1	-0.039	.108**	.083*	.076*	0.044	1																		
ACHI2	-0.058	.077*	0.043	0.043	0.038	.642**	1																	
ACHI3	-0.046	0.029	0.006	0.007	-0.022	.671**	.718**	1																
SCIA1	-.084*	.160**	.132**	.133**	.129**	0.038	.089*	0.064	1															
SCIA2	-.105**	.154**	.091**	.108**	.079*	.069*	.143**	.127**	.823**	1														
SCIM1	-.083*	0.029	-0.035	-0.068	-0.043	.301**	.278**	.324**	0.032	0.045	1													
SCIM2	-.196**	-0.014	-.084*	-.121**	-.089*	.271**	.291**	.321**	0.032	0.049	.618**	1												
SCIM3	-.166**	-0.010	-0.032	-.078*	-0.039	.219**	.258**	.252**	0.048	0.048	.568**	.574**	1											
SCIM4	-.151**	-0.005	-0.063	-.081*	-.086*	.219**	.268**	.292**	0.009	0.024	.579**	.544**	.542**	1										
SCIM5	-.085*	0.014	-0.014	-0.019	-0.015	.258**	.279**	.291**	-0.002	-0.008	.551**	.504**	.534**	.634**	1									
SCIM6	-.195**	-0.016	-0.045	-.070*	-0.062	.282**	.306**	.336**	.095**	.092**	.630**	.592**	.566**	.676**	.590**	1								
SCIM7	-.121**	0.027	0.018	-0.023	0.012	.280**	.303**	.315**	0.045	0.068	.564**	.550**	.560**	.557**	.563**	.705**	1							
SCIM8	-.140**	0.043	-0.009	-0.030	-0.008	.313**	.311**	.358**	0.052	.080*	.612**	.584**	.576**	.578**	.567**	.674**	.702**	1						
SCIM9	-.128**	0.043	-0.009	-0.022	-0.026	.198**	.227**	.262**	0.051	.071*	.589**	.538**	.468**	.520**	.509**	.593**	.585**	.626**	1					
QUI1	-.099**	.454**	.372**	.393**	.348**	.089*	.096**	0.057	.118**	.133**	-0.023	-0.064	-0.028	-0.036	-0.011	-0.048	-0.020	-0.007	-0.010	1				
QUI2	0.043	.461**	.546**	.570**	.548**	0.054	0.054	0.004	.133**	.138**	-0.135**	-0.170**	-0.111**	-0.142**	-0.091**	-0.131**	-0.071*	-0.061	-0.091**	.761**	1			
QUI3	0.015	.602**	.543**	.547**	.519**	0.064	.081*	0.020	.161**	.162**	-0.066	-0.108**	-0.057	-0.069*	-0.040	-0.072*	-0.008	-0.013	-0.053	.754**	.796**	1		
QUI4	0.021	.593**	.598**	.632**	.597**	.089*	.077*	0.048	.219**	.225**	-0.075*	-0.113**	-0.070*	-0.073*	-0.046	-0.073*	-0.029	-0.022	-0.050	.744**	.792**	.804**	1	
\bar{X}	2.210	4.187	4.334	4.291	4.390	4.103	4.049	4.019	4.090	4.008	4.086	4.008	4.086	4.039	4.151	4.078	4.055	4.090	4.103	3.862	3.952	3.980	3.910	
SD	1.718	.5174	.4967	.475	.502	.571	.566	.613	.558	.597	.526	.597	.526	.535	.532	.543	.552	.549	.571	.568	.621	.628	.611	

จากตารางที่ 4-3 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงอื่น พบว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยซึ่งเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยบทบาทของผู้ปกครอง อยู่ในช่วง 0.429 ถึง 0.601 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในช่วง 0.675 ถึง 0.731 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 0.218 ถึง 0.570 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.823 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 0.504 ถึง 0.705 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อยู่ในช่วง 0.642 ถึง 0.718 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยบทบาทครูที่ปรึกษา หน่วยงานวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 0.585 ถึง 0.810 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงปัจจัยคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ อยู่ในช่วง 0.744 ถึง 0.804

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในช่วง 0.045-0.160

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.012 - -0.131

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทครูที่ปรึกษา หน่วยงานวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.027-0.089

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์อยู่ในช่วง 0.024-0.088

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 0.052-0.120

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงบทบาทของผู้ปกครองกับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง 0.010-0.075

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝง จิตวิทยาศาสตร์กับตัวแปรสังเกตได้ในตัวแปรแฝงอื่น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงจิตวิทยาศาสตร์กับตัวแปรสังเกตได้ของตัวแปรแฝงคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่ในช่วง -0.007 - -0.170

ตารางที่ 4-4 ค่า KMO และ Bartlett's test ของตัวแปรสังเกตได้ใน โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อ คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์	KMO	Bartlett's test of Sphericity	df	p
1. ปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง	0.669	683.873*	3	0.000
2. ปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้	0.739	1275.902*	3	0.000
3. ปัจจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	0.938	3955.422*	78	0.000
4. ปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	0.833	2320.572*	6	0.000
5. ปัจจัยด้านจิตวิทยาศาสตร์	0.731	1176.121*	3	0.000
6. ปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	0.500	932.921*	1	0.000
7. ปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงาน วิทยาศาสตร์	0.944	4573.807*	36	0.000
8. ปัจจัยด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์	0.864	2733.942*	6	0.000

* p < .05

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ค่า KMO (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy เป็นค่าที่ใช้วัดความเหมาะสมของข้อมูล ที่จะนำมาวิเคราะห์โดยเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ทำให้ $0 \leq KMO \leq 1$ ถ้าค่า KMO มีค่าน้อย (เข้าสู่ศูนย์) โดยทั่วไปค่า KMO มีค่าน้อยกว่า 0.50 จะถือว่าข้อมูลที่มีอยู่ไม่เหมาะสมที่จะใช้เทคนิค วิเคราะห์องค์ประกอบ แต่ถ้าค่า KMO มีค่ามาก (เข้าสู่หนึ่ง) แสดงว่าเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบ เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548, หน้า 204-205) จากผลการวิเคราะห์ ค่า KMO มีค่าอยู่ระหว่าง 0.500-0.944 แสดงว่าข้อมูลที่มีอยู่เหมาะสมที่จะใช้เทคนิควิเคราะห์ องค์ประกอบ

ค่า Bartlett's test of sphericity เป็นการทดสอบค่าไค-สแควร์ (Chi-square) ของ ดีเทอร์มิแนนท์ (Determinant) ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ มีการทดสอบสมมติฐานว่า เมทริกซ์ สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ (Identity matrix) หรือไม่ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า Bartlett's test of sphericity มีค่าอยู่ระหว่าง 683.873-4573.807 นั่นคือตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถใช้เทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบได้

ตอนที่ 3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ

วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

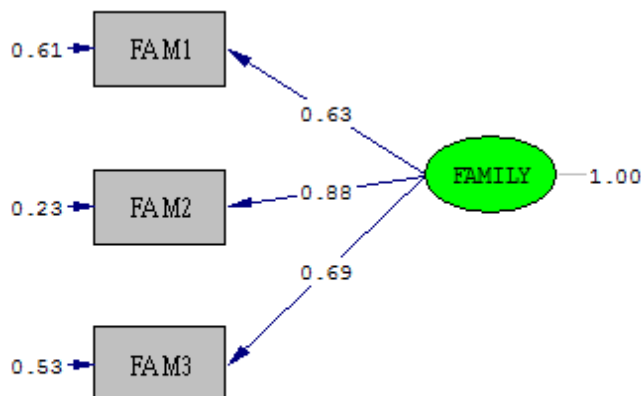
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของ สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบรายด้านของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบ ดังนี้

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทของผู้ปกครอง

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านบทบาทของผู้ปกครอง	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
การให้คำปรึกษา (FAM1)	0.63	0.016	17.53*	0.39
การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ (FAM 2)	0.88	0.023	23.98*	0.77
การอำนวยความสะดวก (FAM 3)	0.69	0.020	19.11*	0.47

* $p < .05$



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

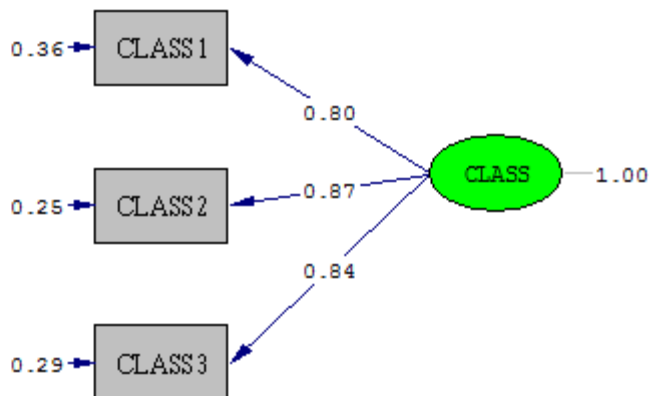
ภาพที่ 4-1 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทของผู้ปกครอง

จากตารางที่ 4-5 และภาพที่ 4-1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.00; $p = 1.00000$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 0 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครองทั้ง 3 ด้าน มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.63 ถึง 0.88

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

องค์ประกอบเชิงยืนยันด้าน บรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
กายภาพ (CLASS1)	0.80	0.018	26.30*	0.64
จิตภาพ (CLASS2)	0.87	0.017	29.26*	0.75
สังคม (CLASS3)	0.84	0.017	28.15*	0.71

* $p < .05$



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

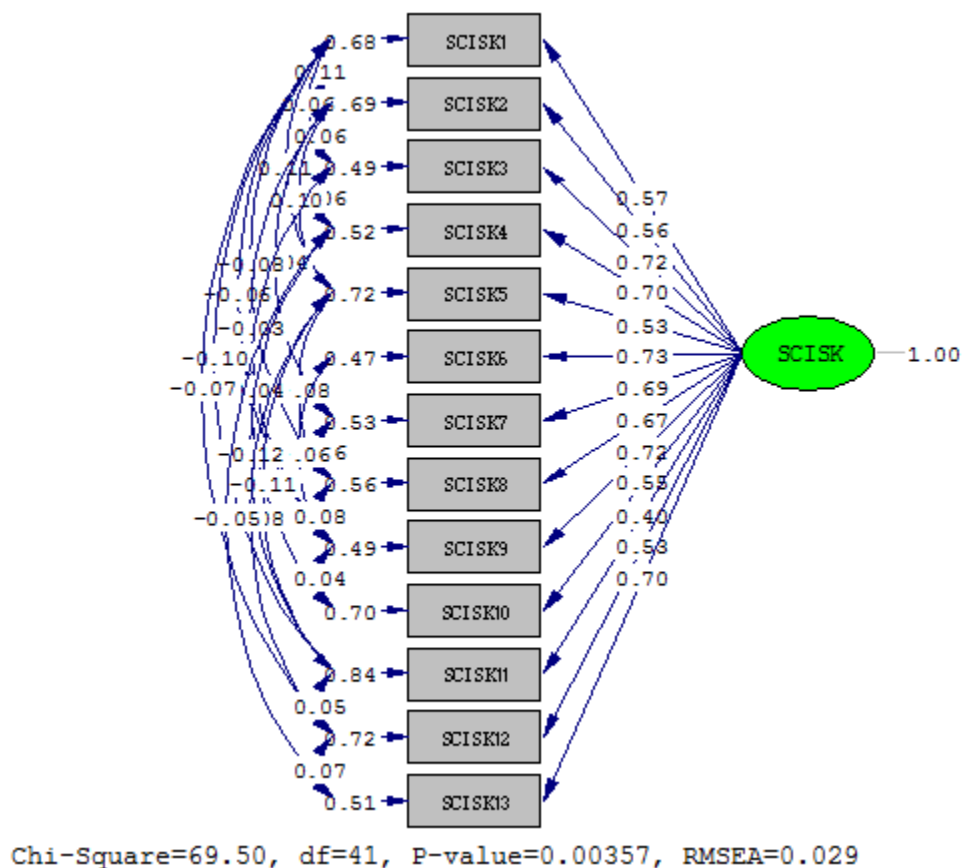
ภาพที่ 4-2 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้

จากตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.00; $p = 1.00000$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 0 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.80 ถึง 0.87

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเชิงยืนยันด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
ทักษะการสังเกต (SCISK1)	0.57	0.044	16.45*	0.32
ทักษะการวัด (SCISK2)	0.56	0.041	16.27*	0.31
ทักษะการคำนวณ (SCISK3)	0.72	0.049	22.56*	0.51
ทักษะการจำแนกประเภท (SCISK4)	0.70	0.049	21.64*	0.48
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่าง สเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (SCISK5)	0.53	0.049	15.40*	0.28
ทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล (SCISK6)	0.73	0.047	23.28*	0.53
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (SCISK7)	0.69	0.041	21.62*	0.47
ทักษะการพยากรณ์ (SCISK8)	0.67	0.045	20.33*	0.44
ทักษะการตั้งสมมติฐาน (SCISK9)	0.72	0.050	22.34*	0.51
ทักษะการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการ (SCISK10)	0.55	0.042	16.16*	0.30
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (SCISK11)	0.40	0.041	11.09*	0.16
ทักษะการทดลอง (SCISK12)	0.53	0.044	15.46*	0.28
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป (SCISK13)	0.70	0.055	21.96*	0.49

* p < .05

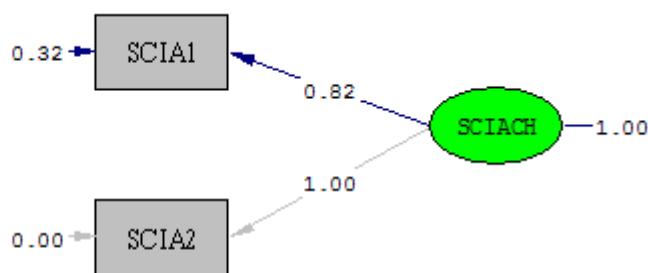


ภาพที่4-3 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4-7 และภาพที่4-3 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันของด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 69.50; $p = .00357$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 41 ค่า $\chi^2/df = 1.695$ ค่า CFI เท่ากับ 1.00 ค่า GFI เท่ากับ .99 ค่า AGFI เท่ากับ .97 และ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.029 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณา น้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.53 ถึง 0.73

ตารางที่ 4-8 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์1 (SCIA1)	0.82	0.019	41.62*	0.68
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์2 (SCIA2)	1.00	-	-	1.00

* $p < .05$ 

Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

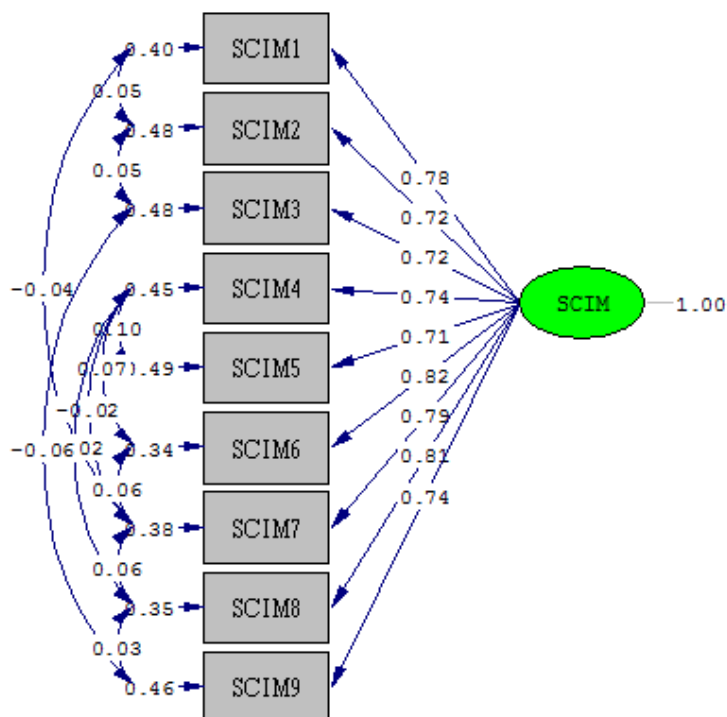
ภาพที่ 4-4 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4-8 และภาพที่ 4-4 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.00; $p = 1.00000$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 0 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.82 ถึง 1.00

ตารางที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านจิตวิทยาาสตร์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านจิตวิทยาาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
ความสนใจใฝ่รู้ (SCIM1)	0.78	0.017	25.71*	0.60
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (SCIM2)	0.72	0.019	23.02*	0.52
ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SCIM3)	0.72	0.016	23.00*	0.52
ความมีเหตุผล (SCIM4)	0.74	0.017	23.38*	0.55
ความใจกว้าง (SCIM5)	0.71	0.017	22.86*	0.51
ความมีระเบียบและรอบคอบ (SCIM6)	0.82	0.016	27.58*	0.66
ความรับผิดชอบ (SCIM7)	0.79	0.017	25.45*	0.62
ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม (SCIM8)	0.81	0.016	26.99*	0.65
ความซื่อสัตย์ (SCIM9)	0.74	0.018	23.60*	0.54

* p < .05



Chi-Square=16.39, df=16, P-value=0.42605, RMSEA=0.005

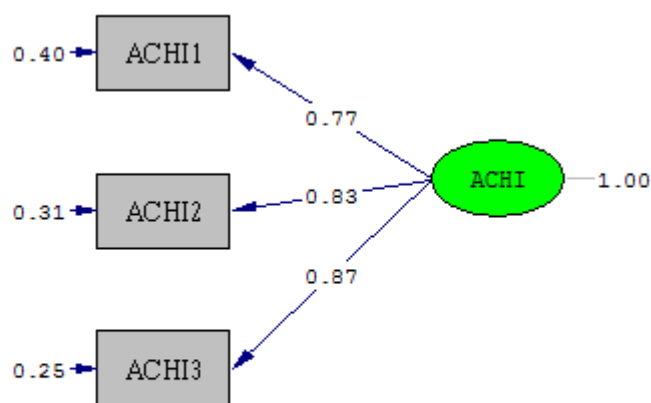
ภาพที่ 4-5 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านจิตวิทยาาสตร์

จากตารางที่ 4-9 และภาพที่ 4-5 แสดงผลการวิเคราะห์ห้้องค์ประกอบเชิงยืนยันของด้านจิตวิทยาาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 69.50; $p = .00357$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 41 ค่า $\chi^2/df = 1.024$ ค่า CFI เท่ากับ 1.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 ค่า AGFI เท่ากับ .99 และ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.005 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้น แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านจิตวิทยาาสตร์ทั้ง 9 ด้าน มีน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.71 ถึง 0.82

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
ความต้องการความสำเร็จ (ACHI1)	0.77	0.018	24.89*	0.60
ความต้องการรักใคร่ผูกพัน (ACHI2)	0.83	0.019	27.11*	0.69
ความต้องการอยากมีอำนาจ (ACHI3)	0.87	0.018	28.76*	0.75

* p < .05



Chi-Square=0.00, df=0, P-value=1.00000, RMSEA=0.000

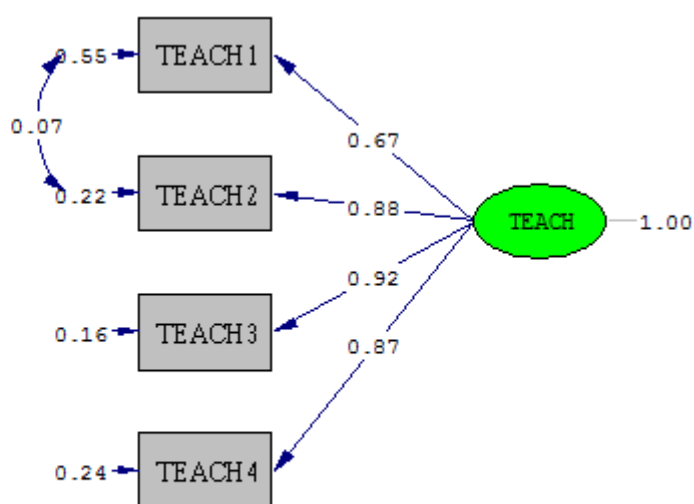
ภาพที่ 4-6 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

จากตารางที่ 4-10 และภาพที่ 4-6 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.00; $p = 1.00000$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 0 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทั้ง 3 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.77 ถึง 0.87

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการ
วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาท ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม (TEACH1)	0.67	0.017	20.93*	0.45
การให้คำปรึกษาการวางแผน (TEACH2)	0.88	0.014	31.48*	0.78
การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน (TEACH3)	0.92	0.013	33.53*	0.84
การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/ กระบวนการ (TEACH4)	0.87	0.014	30.84*	0.76

* $p < .05$



Chi-Square=0.07, df=1, P-value=0.79728, RMSEA=0.000

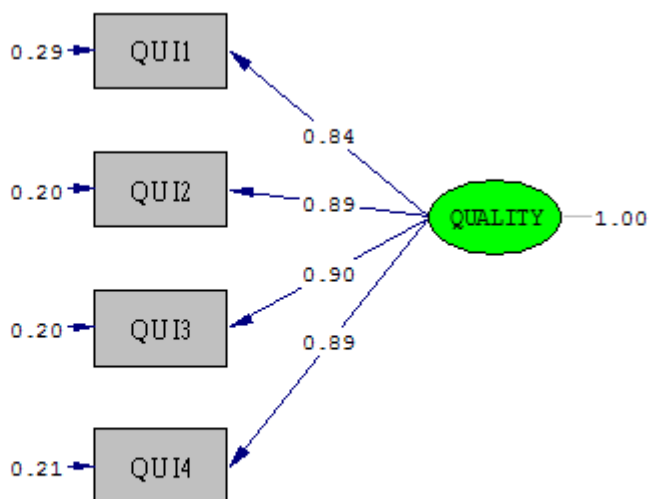
ภาพที่ 4-7 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4-11 และภาพที่ 4-7 แสดงผลการวิเคราะห์ห้วงองค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.07; $p = 0.79728$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 1 ค่า $\chi^2/df = 0.07$ ค่า CFI เท่ากับ 1.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 ค่า AGFI เท่ากับ 1.00 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้น แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.67 ถึง 0.92

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเชิงยืนยันด้านคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์	สัมประสิทธิ์ องค์ประกอบ (β)	SE	t	R ²
ความคิดสร้างสรรค์ (QUI1)	0.84	0.016	29.59*	0.71
เนื้อหาโครงการ (QUI2)	0.89	0.017	32.41*	0.80
กระบวนการทำงาน (QUI3)	0.90	0.017	32.70*	0.80
การนำเสนอผลงาน (QUI4)	0.89	0.017	32.28*	0.79

* $p < .05$



Chi-Square=2.64, df=2, P-value=0.26754, RMSEA=0.020

ภาพที่ 4-8 โมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยันด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

จากตารางที่ 4-12 และภาพที่ 4-8 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 2.64; $p=0.26754$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 2 ค่า $\chi^2/df = 1.32$ ค่า CFI เท่ากับ 1.00 ค่า GFI เท่ากับ 1.00 ค่า AGFI เท่ากับ 0.99 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.020 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.84 ถึง 0.90

**ตอนที่ 4 ผลวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาสาสตร์
ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาสาสตร์
ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาสาสตร์	สัญลักษณ์	สปส.		t	R ²
		องค์ประกอบ	SE		
		(β)			
ปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง	FAMILY				
การให้คำปรึกษา	FAM1	0.63	0.015	17.81*	0.40
การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้	FAM 2	0.87	0.023	24.51*	0.76
การอำนวยความสะดวก	FAM 3	0.69	0.019	19.54*	0.48
ปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้	CLASS				
กายภาพ	CLASS1	0.81	0.018	27.03*	0.65
จิตภาพ	CLASS2	0.85	0.017	29.37*	0.73
สังคม	CLASS3	0.85	0.017	29.29*	0.73
ปัจจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาสาสตร์	SCISK				
ทักษะการสังเกต	SCISK1	0.56	0.042	16.74*	0.31
ทักษะการวัด	SCISK2	0.58	0.040	17.41*	0.33
ทักษะการคำนวณ	SCISK3	0.74	0.048	23.96*	0.55
ทักษะการจำแนกประเภท	SCISK4	0.70	0.048	22.12*	0.49
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	SCISK5	0.52	0.049	15.14*	0.27
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	SCISK6	0.72	0.047	23.08*	0.52
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	SCISK7	0.69	0.040	21.75*	0.48
ทักษะการพยากรณ์	SCISK8	0.66	0.045	20.41*	0.43
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	SCISK9	0.70	0.050	21.94*	0.48
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	SCISK10	0.55	0.041	16.29*	0.30
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	SCISK11	0.38	0.041	10.78*	0.15
ทักษะการทดลอง	SCISK12	0.53	0.044	15.84*	0.29
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	SCISK13	0.70	0.054	21.99*	0.48

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์	สัญลักษณ์	สปส.		t	R ²
		องค์ประกอบ	SE		
		(β)			
ปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์					
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์1	SCIA1	0.82	0.019	41.62*	0.68
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์2	SCIA2	1.00	-	-	1.00
ปัจจัยด้านจิตวิทยาศาสตร์					
ความสนใจใฝ่รู้	SCIM1	0.79	-	-	0.62
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	SCIM2	0.74	0.020	22.60*	0.55
ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	SCIM3	0.72	0.018	21.59*	0.52
ความมีเหตุผล	SCIM4	0.73	0.018	22.05*	0.53
ความใจกว้าง	SCIM5	0.71	0.018	21.51*	0.50
ความมีระเบียบและรอบคอบ	SCIM6	0.81	0.017	25.28*	0.66
ความรับผิดชอบ	SCIM7	0.79	0.019	22.67*	0.62
ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม	SCIM8	0.80	0.018	24.76*	0.64
ความซื่อสัตย์	SCIM9	0.73	0.019	22.00*	0.53
ปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์					
ความต้องการความสำเร็จ	ACHI1	0.83	-	-	0.68
ความต้องการรักใคร่ผูกพัน	ACHI2	0.78	0.021	22.63*	0.61
ความต้องการอยากมีอำนาจ	ACHI3	0.81	0.020	23.54*	0.65
ปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์					
การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม	TEACH1	0.70	0.016	22.67*	0.49
การให้คำปรึกษาการวางแผน	TEACH2	0.89	0.014	32.27*	0.79
การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน	TEACH3	0.91	0.013	33.28*	0.82
การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/ กระบวนการ	TEACH4	0.87	0.014	30.99*	0.75
ปัจจัยด้านคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์					
ความคิดสร้างสรรค์	QUI1	0.62	0.032	18.19*	0.39
เนื้อหาโครงการงาน	QUI2	0.90	0.032	28.75*	0.81
กระบวนการทำงาน	QUI3	0.88	0.031	29.15*	0.78
การนำเสนอผลงาน	QUI4	1.00	-	-	1.00

* p < .05

จากตารางที่ 4-13 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบเชิงยื่นยันของปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1480.95; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 742 ค่า $\chi^2/df = 1.996$ ค่า CFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .98 ค่า AGFI มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้้าหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 ด้าน มีค่าน้้าหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.38 ถึง 1.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

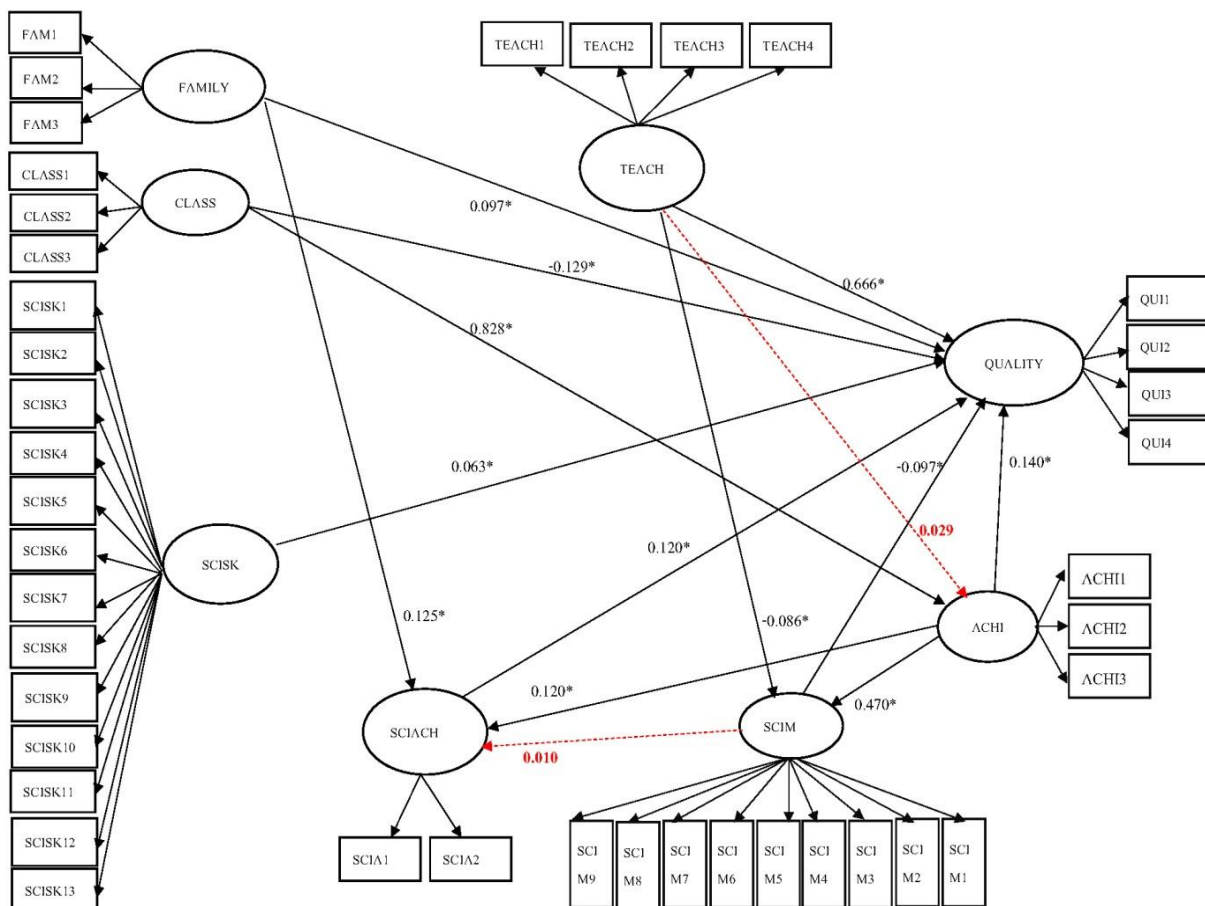
ตารางที่ 4-14 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ตัวแปรสาเหตุ	FAMILY			CLASS			SCISK			SCIACH		
ตัวแปรผล	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
SCIACH	0.125*	-	0.125*	0.100*	0.100*	-	-	-	-	-	-	-
SCIM	-	-	-	0.390*	0.390*	-	-	-	-	-	-	-
ACHI	-	-	-	0.828*	-	0.828*	-	-	-	-	-	-
QUALITY	0.107*	0.010*	0.097*	-0.039*	0.090*	-0.129*	0.063*	-	0.063*	0.120*	-	0.120*
ตัวแปรสาเหตุ	SCIM			ACHI			TEACH					
ตัวแปรผล	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE			
SCIACH	0.010	-	0.010	0.120*	-	0.120*	0.003	0.003	-			
SCIM	-	-	-	0.470*	-	0.470*	0.076*	0.010*	-0.086*			
ACHI	-	-	-	-	-	-	0.029	-	0.029			
QUALITY	-0.096	0.108	-0.097*	0.108	-0.032	0.140*	0.676*	0.010*	0.666*			
ตัวแปรแฝง	SCIACH	SCIM	ACHI	QUALITY								
R ²	0.033	0.220	0.690	0.520								

Chi-square = 1480.95; p-value = 0.000; df = 742; $\chi^2/df = 1.996$; CFI = .920; GFI = .980; AGFI = .910; RMSEA = 0.035;

R-SQUARE ของคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เท่ากับ 0.520

*p < .05 หมายถึง TE = ผลรวมอิทธิพล IE = อิทธิพลทางอ้อม DE = อิทธิพลทางตรง



Chi-square = 1480.95; p-value = 0.000; df = 742; $\chi^2/df = 1.996$; CFI = .920; GFI=.980; AGFI = .910; RMSEA= 0.035;

ภาพที่ 4-9 โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ วิศวกรรมศาสตรจารย์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

จากตารางที่ 4-14 และภาพที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ วิศวกรรมศาสตรจารย์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1480.95; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 742 ค่า $\chi^2/df = 1.996$ ค่า CFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .98 ค่า AGFI มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ตัวแปรตาม คือ คุณภาพ วิศวกรรมศาสตรจารย์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

มีค่าเท่ากับ 0.520 แสดงว่า ตัวแปรใน โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพ
โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ
52.00

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงด้านบทบาทของ
ผู้ปกครอง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางบวก เท่ากับ
.097, .063, .120, .140 และ .666 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้รับอิทธิพล
ทางตรงจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ มีขนาด
อิทธิพลทางลบ เท่ากับ -.129 และ-.097 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาท
ของผู้ปกครอง ด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษา
โครงการงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกเท่ากับ .010, .090, .108 และ .010 ตามลำดับ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงด้านด้านแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบ เท่ากับ -.097 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4-15 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์
ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (โมเดลประหยัด)

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์	สัญลักษณ์	สปส.			R ²
		องค์ประกอบ	SE	t	
ปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง	FAMILY				
การให้คำปรึกษา	FAM1	0.63	0.015	17.81*	0.40
การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้	FAM 2	0.87	0.023	24.51*	0.76
การอำนวยความสะดวก	FAM 3	0.69	0.019	19.54*	0.48
ปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้	CLASS				
กายภาพ	CLASS1	0.81	0.018	27.04*	0.65
จิตภาพ	CLASS2	0.85	0.017	29.38*	0.73
สังคม	CLASS3	0.85	0.017	29.27*	0.73
ปัจจัยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	SCISK				
ทักษะการสังเกต	SCISK1	0.56	0.042	16.74*	0.31
ทักษะการวัด	SCISK2	0.58	0.040	17.41*	0.33
ทักษะการคำนวณ	SCISK3	0.74	0.048	23.96*	0.55
ทักษะการจำแนกประเภท	SCISK4	0.70	0.048	22.12*	0.49
ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา	SCISK5	0.52	0.049	15.14*	0.27
ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	SCISK6	0.72	0.047	23.08*	0.52
ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	SCISK7	0.69	0.040	21.75*	0.48
ทักษะการพยากรณ์	SCISK8	0.66	0.045	20.41*	0.43
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	SCISK9	0.70	0.050	21.94*	0.48
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	SCISK10	0.55	0.041	16.29*	0.30
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	SCISK11	0.38	0.041	10.78*	0.15
ทักษะการทดลอง	SCISK12	0.53	0.044	15.84*	0.29
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	SCISK13	0.70	0.054	21.99*	0.48
ปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	SCIACH				
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์1	SCIA1	0.82	0.019	41.62*	0.68
ผลคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์2	SCIA2	1.00	-	-	1.00
ปัจจัยด้านจิตวิทยาศาสตร์	SCIM				
ความสนใจใฝ่รู้	SCIM1	0.79	-	-	0.62

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	สัญลักษณ์	สปส.				R ²
		องค์ประกอบ	SE	t	(β)	
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	SCIM2	0.74	0.020	22.61*	0.55	
ความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	SCIM3	0.72	0.018	21.61*	0.52	
ความมีเหตุผล	SCIM4	0.73	0.018	22.07*	0.53	
ความใจกว้าง	SCIM5	0.71	0.018	21.52*	0.50	
ความมีระเบียบและรอบคอบ	SCIM6	0.81	0.017	25.30*	0.66	
ความรับผิดชอบ	SCIM7	0.79	0.019	22.68*	0.62	
ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม	SCIM8	0.80	0.018	24.78*	0.64	
ความซื่อสัตย์	SCIM9	0.73	0.019	22.01*	0.53	
ปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	ACHI					
ความต้องการความสำเร็จ	ACHI1	0.82	-	-	0.68	
ความต้องการรักใคร่ผูกพัน	ACHI2	0.78	0.021	22.61*	0.61	
ความต้องการอยากมีอำนาจ	ACHI3	0.81	0.020	23.54*	0.66	
ปัจจัยด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์	TEACH					
การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม	TEACH1	0.70	0.016	22.67*	0.49	
การให้คำปรึกษาการวางแผน	TEACH2	0.89	0.014	32.26*	0.79	
การให้คำปรึกษาการปฏิบัติงาน	TEACH3	0.91	0.013	33.28*	0.82	
การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/กระบวนการ	TEACH4	0.87	0.014	30.99*	0.75	
ปัจจัยด้านคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์	QUALITY					
ความคิดสร้างสรรค์	QUI1	0.62	0.032	18.15*	0.39	
เนื้อหาโครงการ	QUI2	0.90	0.032	28.69*	0.81	
กระบวนการทำงาน	QUI3	0.88	0.031	29.08*	0.78	
การนำเสนอผลงาน	QUI4	1.00	-	-	1.00	

* p < .05

จากตารางที่ 4-15 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ โมเดลประหยัด พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1482.37; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 744 ค่า $\chi^2/df = 1.992$ ค่า CFI มีค่าเท่ากับ .98 ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า AGFI

มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากนั้นแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.38 ถึง 1.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

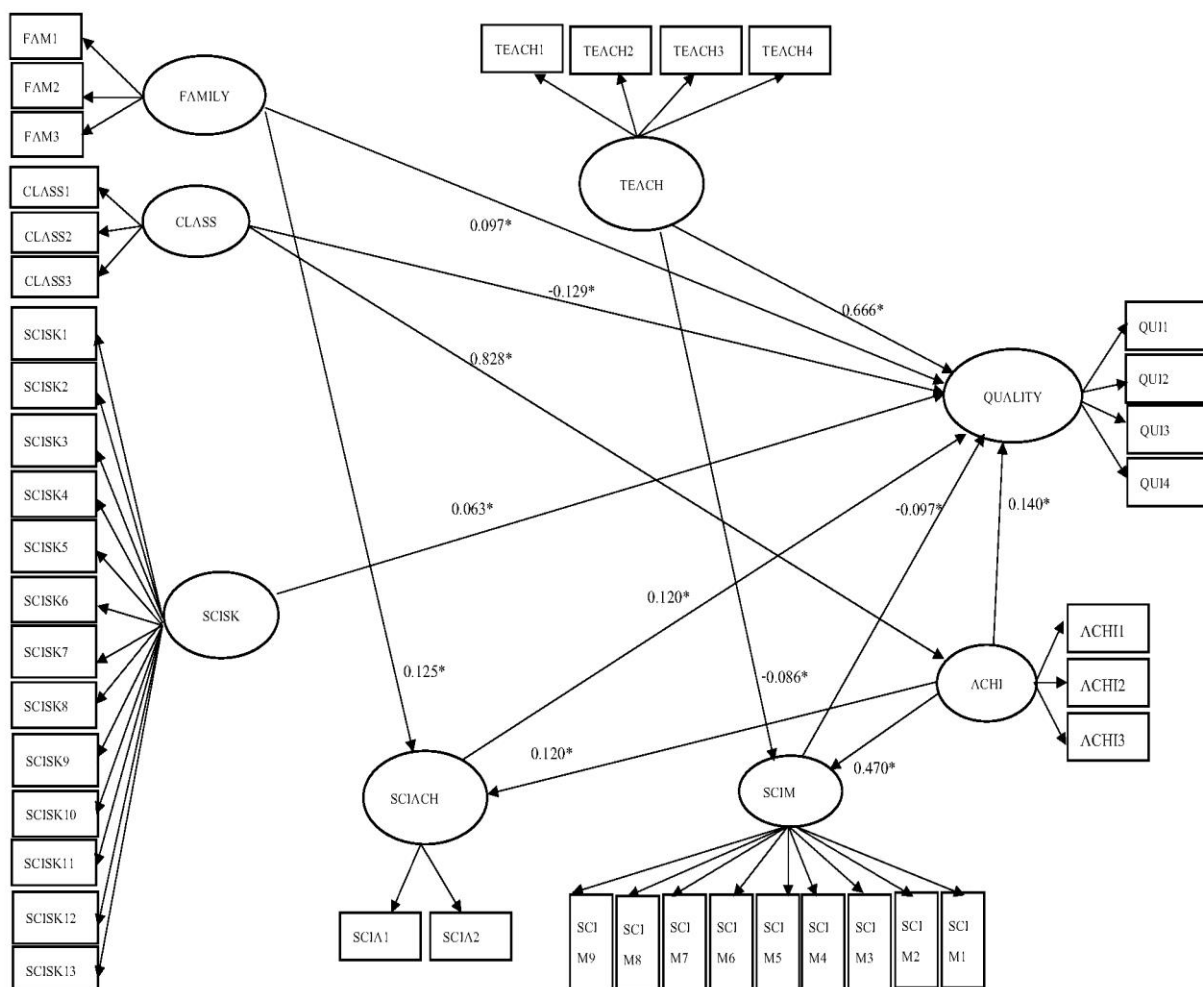
ตารางที่ 4-16 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โมเดลประหยัด

ตัวแปรสาเหตุ	FAMILY			CLASS			SCISK			SCIACH		
ตัวแปรผล	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE
SCIACH	0.125*	-	0.125*	0.100*	0.100*	-	-	-	-	-	-	-
SCIM	-	-	-	0.390*	0.390*	-	-	-	-	-	-	-
ACHI	-	-	-	0.829*	-	0.829*	-	-	-	-	-	-
QUALITY	0.112*	0.015*	0.097*	-0.035*	0.098*	-0.133*	0.063*	-	0.063*	0.118*	-	0.118*
ตัวแปรสาเหตุ	SCIM			ACHI			TEACH					
ตัวแปรผล	TE	IE	DE	TE	IE	DE	TE	IE	DE			
SCIACH	-	-	-	0.120*	-	0.120*	-	-	-			
SCIM	-	-	-	0.465*	-	0.465*	-0.082*	-	-0.082*			
ACHI	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
QUALITY	-0.098*	-	-0.098*	0.117*	-0.032*	0.149*	0.677*	0.008*	0.669*			
ตัวแปรแฝง	SCIACH	SCIM	ACHI	QUALITY								
R ²	0.033	0.220	0.690	0.520								

Chi-square = 1482.37; p-value = 0.000; df = 744; $\chi^2/df = 1.992$; CFI=.980; GFI = .920; AGFI = .910; RMSEA = 0.035;

R-SAUARE ของคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เท่ากับ 0.520

*p < .05 หมายถึง TE = ผลรวมอิทธิพล IE = อิทธิพลทางอ้อม DE = อิทธิพลทางตรง



Chi-square = 1482.37; p-value = 0.000; df = 744; $\chi^2/df = 1.992$; CFI=.980; GFI = .920;
AGFI = .910; RMSEA = 0.035;

ภาพที่ 4-10 โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โมเดลประหยัด

จากตารางที่ 4-16 และภาพที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อ
คุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า
โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ
1482.37; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 744 ค่า $\chi^2/df = 1.992$ ค่า CFI มีค่าเท่ากับ .98
ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า AGFI มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน
ในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ตัวแปรตาม คือ
คุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

มีค่าเท่ากับ 0.520 แสดงว่า ตัวแปรใน โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพ
โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ
52.00

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงด้านบทบาทของ
ผู้ปกครอง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางบวก เท่ากับ
0.097, 0.063, 0.118, 0.149 และ 0.669 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ได้รับ
อิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านจิตวิทยาศาสตร์
มีขนาดอิทธิพลทางลบ เท่ากับ -0.133 และ -0.098 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาท
ของผู้ปกครอง ด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการ
งานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกเท่ากับ 0.015, 0.098 และ 0.008 ตามลำดับ อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงด้านด้านแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบ เท่ากับ -0.032 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของ
สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาทำให้ทราบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ
ที่มีผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-17 อิทธิพล (+หรือ-) ระหว่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์

ตัวแปร	FAMILY	CLASS	SCISK	SCIACH	SCIM	ACHI	TEACH	QUALITY
FAMILY								
CLASS								
SCISK								
SCIACH	+					+		
SCIM						+	-	
ACHI		+						
TEACH								
QUALITY	+	-	+	+	+	+	+	+

จากตารางที่ 4-17 อิทธิพล (+หรือ-) ระหว่างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีผลต่อ
คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีทิศทางอิทธิพลทางบวก ส่วนตัวแปรที่มีทิศทางอิทธิพล
ทางลบได้แก่ ตัวแปรแฝงบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้กับตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์ ตัวแปรแฝงบทบาทครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์กับตัวแปรแฝงจิตวิทยาศาสตร์
ดังนั้นจึงนำปัจจัยเชิงสาเหตุที่ได้ มากำหนดการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 5 ผลการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดย กระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

วิธีการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย
แบบร่วมมือรวมพลังผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ และ
โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีในการวิจัย
ระยะที่ 1 เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์
โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ
โครงการ และการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลังตามแนวคิดของ Elliott (1991) มาเป็นกรอบ
ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

2. พัฒนาร่างรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการนวัตศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวม โดยนำเป้าหมายการเรียนการสอนจากข้อค้นพบเชิงปริมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์ตามทฤษฎีในการวิจัยระยะที่ 1 ในตารางที่ 4-17 ผู้วิจัยได้นำข้อค้นพบมากำหนดกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนจัดทำโครงการนวัตศาสตร์ที่มีคุณภาพสรุปได้ ดังนี้

1. ปัจจัยบทบาทของผู้ปกครองมีอิทธิพลทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ปัจจัยบทบาทของผู้ปกครองมีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
3. ปัจจัยบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้มีอิทธิพลทางบวกกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
4. ปัจจัยบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้มีอิทธิพลทางลบกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
5. ปัจจัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
6. ปัจจัยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
7. ปัจจัยจิตวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
8. ปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลทางบวกกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
9. ปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลทางบวกกับจิตวิทยาศาสตร์
10. ปัจจัยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์
11. ปัจจัยบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการนวัตศาสตร์มีอิทธิพลทางลบกับจิตวิทยาศาสตร์
12. ปัจจัยบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการนวัตศาสตร์มีอิทธิพลทางบวกกับคุณภาพโครงการนวัตศาสตร์

ตารางที่ 4-18 ข้อค้นพบในการวิจัยระยะที่ 1 กระบวนการวิจัยร่วมมือรวมพลัง ข้อมูลเชิงคุณภาพ และกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือรวมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
1. บทบาทของ ผู้ปกครองมีอิทธิพล ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> กำหนดจุดมุ่งหมาย <u>หลักการ</u> แนวคิดเกี่ยวกับ การมีส่วนร่วมของ	- ข้อคิดเห็น/ ข้อเสนอแนะของ ผู้ปกครอง - ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์	- เปิดโอกาสให้ผู้ปกครอง เข้าร่วมดำเนินกิจกรรม ตั้งแต่การศึกษาปัญหา การวางแผนดำเนินการ การตัดสินใจ การแก้ไข ปัญหา และการประเมิน ร่วมกัน เพื่อขับเคลื่อนให้ กิจกรรมดำเนินไป อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสื่อสารกับ ผู้ปกครองเพื่อสร้าง ความเข้าใจและสร้าง ความร่วมมือในด้าน ต่าง ๆ เช่น - จัดประชุมชี้แจง ผู้ปกครอง - จัดทำช่องทาง ในการสื่อสารกับ ผู้ปกครอง เช่น เบอร์โทรศัพท์ ไอดีไลน์ เฟสบุ๊ก - ขอความร่วมมือกับ ผู้ปกครองที่สามารถ ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับ หัวข้อโครงการ, แหล่งเรียนรู้
2. บทบาทของ ผู้ปกครองมีอิทธิพล ทางบวกกับคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	ผู้ปกครองในการจัด การศึกษา โดยยึดหลักการ มีส่วนร่วม คือ หลักร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมตรวจสอบ ร่วมรับผิดชอบ	วิทยาศาสตร์ ของนักเรียน -คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ - ข้อมูลจาก การสังเกตแบบ มีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้	

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือร่วมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
1. บรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้มีอิทธิพล ทางบวกกับแรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์	<u>ขั้นตอน</u> วิเคราะห์สภาพปัญหา กำหนดแผนงาน	- ข้อคิดเห็น/ ข้อเสนอแนะของ ผู้บริหาร ครู นักเรียน ต่อการจัดการ	1. กำหนดแผนงานการจัด สภาพแวดล้อมภายใน วิทยาลัย ห้องเรียน
2. บรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้มีอิทธิพลทาง ลบกับคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	<u>หลักการ</u> แนวคิดเกี่ยวกับ บรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้	บรรยากาศที่ส่งเสริม การเรียนรู้ - คุณภาพ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ - ข้อมูลจากการสังเกต แบบมีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้	2. ขอความอนุเคราะห์ วิทยาลัย/ ฝ่าย/ งาน ที่เกี่ยวข้องกับการปรับ สภาพแวดล้อมภายใน วิทยาลัย ห้องเรียน 1. ด้านจิตภาพ - จัดให้มีการจัดแสดง ผลงานโครงการ วิทยาศาสตร์/ สิ่งประดิษฐ์ ของคนรุ่นใหม่ - จัดกิจกรรมที่มุ่งเน้น การปฏิบัติจริงมากกว่า การบรรยายครู ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ในการอภิปรายความคิด - จัดกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์ มีการแบ่งกลุ่มนักเรียน ในการจัดการเรียนการสอน ตามความสนใจ/ ตามความสามารถ ของนักเรียน 2. ด้านกายภาพ ได้แก่ - จัดสภาพแวดล้อมภายใน วิทยาลัยที่เอื้อต่อการทำ โครงการงาน

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือร่วมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
			<ul style="list-style-type: none"> - จัดสภาพห้องปฏิบัติการ เอื้ออำนวยต่อการศึกษา ค้นคว้า - สถานศึกษามีระบบ คอมพิวเตอร์/ ห้องสมุด ที่เอื้อต่อการทำโครงการ 3. ด้านสังคม - ในการจัดกิจกรรมครูควร ให้อิสระแก่นักเรียน ในการใช้ความสามารถ ด้านการคิดและการพูด - จัดกิจกรรมการเรียนที่ทำ ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมี ความสุขสนุกสนาน - จัดกิจกรรมการเรียนที่ ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระ ในการศึกษาค้นคว้า
ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มีอิทธิพล ทางบวกกับคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> <u>หลักการ</u> 1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ (Constructivism learning theory) 2. แนวคิดการร่วมมือ กันเรียนรู้ (Collaborative learning)	<ul style="list-style-type: none"> - คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์ - ข้อมูลจากการสังเกต แบบมีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้ 	1. ส่งเสริมทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน 2. เพิ่มการฝึกทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ให้ในทักษะ ที่นักเรียนขาด 3. การนำเสนอโครงร่าง โครงการวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือรวมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
ผลสัมฤทธิ์วิชา วิทยาศาสตร์มีอิทธิพล ทางบวกกับคุณภาพ โครงการวิทยาศาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> <u>หลักการ</u> 1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ (Constructivism learning theory) 2. แนวคิดการร่วมมือ กันเรียนรู้ (Collaborative learning)	- คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ - ข้อมูลจากการสังเกต แบบมีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้	1. ส่งเสริมให้นักเรียน ทบทวนบทเรียน 2. ส่งเสริมทำสรุป เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 3. การนำเสนอ โครงร่าง โครงการวิทยาศาสตร์
1. จิตวิทยาสตรมี อิทธิพลทางลบกับ คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> <u>หลักการ</u> 1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ (Constructivism learning theory) 2. แนวคิดการร่วมมือ กันเรียนรู้ (Collaborative learning) 3. แนวคิดการเรียนรู้ แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL)	- คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ - ข้อมูลจากการสังเกต แบบมีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้	1. ให้นักเรียนดูตัวอย่าง โครงการวิทยาศาสตร์ ที่ชนะการแข่งขัน เพื่อให้ นักเรียนได้เกิดความสนใจ ใฝ่รู้ เกิดความคิด สร้างสรรค์ในการคิดหา หัวข้อโครงการ 2. จัดกลุ่มนักเรียนตาม ความสมัครใจเพื่อให้ นักเรียนเกิดการปฏิสัมพันธ์ ภายในกลุ่ม ให้นักเรียน มอบหมายหน้าที่หัวหน้า กลุ่ม 3. ในขั้นตอนการทำ โครงการ ควรส่งเสริม ให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือร่วมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
			ร่วมกันทำโครงการ มีความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายามในการทำ โครงการ และเมื่อผลการ ทดลองเป็นเช่นไร ครูควร ย้าให้นักเรียนข้อสัตย์ และรับผิชอบต่อ ผลการทดลอง 4. ควรให้นักเรียนศึกษา เพิ่มเติมในประเด็นที่ ยังไม่สมบูรณ์ และนำเสนอ ผลการศึกษาอย่างรอบคอบ
1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลทางบวกกับ ผลสัมฤทธิ์วิชา วิทยาศาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> <u>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</u> <u>หลักการ</u> 1. ทฤษฎีสร้างสรรค์	- คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาศาสตร์	1. ให้นักเรียนเห็นข้อดี/ ข้อเสียของการทำโครงการ โดยอาจดูตัวอย่างจาก บุคคลที่มีผลงาน โครงการ วิทยาศาสตร์ที่ชนะเลิศการ แข่งขัน อาจให้นักเรียนได้ พูดคุย สัมภาษณ์นักเรียนที่
2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีอิทธิพลทางบวกกับ จิตวิทยาศาสตร์	ความรู้ (Constructivism learning theory)	- ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ประสบความสำเร็จในการ ทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มี อิทธิพลทางบวกกับ คุณภาพ โครงการ วิทยาศาสตร์	2. แนวคิดการร่วมมือกัน เรียนรู้ (Collaborative learning) 3. แนวคิดการเรียนรู้ แบบ โครงการ (Project-based Learning: PjBL	- ข้อมูลจาก การสังเกตแบบ มีส่วนร่วม - ข้อมูลจากอนุทิน การเรียนรู้	พูดคุย สัมภาษณ์นักเรียนที่ ประสบความสำเร็จในการ ทำโครงการวิทยาศาสตร์ 2. สร้างความตระหนักถึง ความสำคัญของการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยอาจ สอดแทรกโดยการพูดคุย กับนักเรียนในระหว่าง การทำโครงการ

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ข้อค้นพบในการวิจัย ระยะที่ 1	กระบวนการวิจัย ร่วมมือร่วมพลัง	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	กิจกรรม
1. บทบาทครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลทางลบกับ จิตวิทยาาสตร์	<u>ขั้นตอน</u> - ขึ้นกำหนดจุดมุ่งหมาย - ขึ้นปฏิบัติกิจกรรม - ขึ้นกำหนดแผนงาน	- คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาาสตร์	1. ร่วมกำหนดจุดมุ่งหมาย ในการทำโครงการงาน วิทยาศาสตร์ 2. ร่วมกันวางแผนพัฒนา ผู้เรียน
2. บทบาทครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์ มีอิทธิพลทางบวกกับ คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์	- ขึ้นปฏิบัติกิจกรรม - ขึ้นติดตาม - วิเคราะห์สภาพปัญหา - ทบทวนจุดมุ่งหมาย <u>หลักการ</u> 1. ทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ (Constructivism learning theory) 2. แนวคิดการเรียนรู้ แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL) 3. แนวคิดเกี่ยวกับการ จัดการศึกษา การบูรณาการระหว่าง วิชา (Interdisciplinary integration) 4. แนวคิดการวิจัย แบบร่วมมือร่วมพลัง (Collaborative action research) 5. แนวคิดการร่วมมือกัน เรียนรู้ (Collaborative learning)	- คุณภาพ โครงร่าง - คุณภาพ โครงการงาน วิทยาศาสตร์ - จิตวิทยาาสตร์	3. ร่วมกันจัดกิจกรรมที่จะ ส่งเสริมผู้เรียนเพื่อพัฒนา คุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ 4. ในการจัดกิจกรรมครู ควรพูดคุย ทำความเข้าใจ ให้ความรู้ และส่งเสริม จิตวิทยาาสตร์ของ นักเรียน 5. ครูต้องตระหนักถึง บทบาทในการให้คำปรึกษา ด้านการวางแผน กระบวนการทำงานของ นักเรียน การปฏิบัติงาน และการเตรียมความพร้อม ในการทำโครงการงาน 6. สร้างและเสริมแรงให้ นักเรียนทำโครงการให้ สำเร็จและมีคุณภาพ

บริบทของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่และคุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้ร่วมวิจัย

รายละเอียดบริบทของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจใน

กระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือร่วมพลัง ผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดบริบทของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่และคุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้ร่วมวิจัยในการพัฒนารูปแบบได้ดังนี้

จากการศึกษาแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2559 และการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมจากการปฏิบัติงานในวิทยาลัยแห่งนี้เป็นเวลา 8 ปี สามารถสรุปและอธิบายบริบทที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบได้ดังนี้

ข้อมูลปัจจุบันของสถานศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1-2 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีพุทธศักราช 2556 และจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีพุทธศักราช 2545 ปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2546 และจัดการเรียนการสอน ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีพุทธศักราช 2557 และจัดการเรียนการสอนสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีพุทธศักราช 2546 รายละเอียดสภาพปัจจุบันของสถานศึกษามี ดังนี้

สภาพชุมชน เศรษฐกิจ สังคม

สภาพชุมชน: ชุมชนโดยรอบวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่เป็นชุมชนเมือง ประชาชนในชุมชนประกอบอาชีพทางด้านธุรกิจ ค้าขายเป็นส่วนใหญ่ มีร้านค้า บริษัท สถานศึกษา สถานที่ราชการไม่ห่างไกลกันมากนัก ซึ่งทำให้วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่มีสภาพแวดล้อมเป็นแบบสังคมเมือง

สภาพเศรษฐกิจ: เศรษฐกิจของชุมชนขยายตัวมากขึ้นตามการเพิ่มความหนาแน่นของชุมชน ประชากรของ-ชุมชนจะหลากหลายอาชีพ และรายได้ที่แตกต่างกัน

สภาพสังคม: ภาพสังคม และการเมืองของชุมชนโดยรอบวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ อยู่ภายใต้ขอบเขตของกฎหมายว่าด้วยผังเมืองและสภาวะแวดล้อม เนื่องจากเชียงใหม่เป็นเมืองเก่าที่มีขนบธรรมเนียมวัฒนธรรมที่ได้รับการอนุรักษ์ ทำให้สังคม ชุมชนโดยรอบมีความเป็นอยู่ที่สงบ ถึงแม้ว่าจะมีปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมอยู่บางส่วน ซึ่งกำลังได้รับการใส่ใจ และร่วมกันแก้ไขของคนในชุมชน ประชากรในชุมชนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ

สภาพการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

การดำเนินการจัดการเรียนการสอน โครงการวิทยาศาสตร์ของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ นั้น ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่ครูผู้สอนแผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ ดำเนินจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ซึ่งนักเรียนที่เรียนวิชานี้ต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ และทำชิ้นงานส่งในรายวิชาภายในเวลาที่กำหนด โดยผู้วิจัยในฐานะของครูผู้สอน จะเป็นผู้ประเมินผลงานของนักเรียน จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเมื่อผู้วิจัยให้ความรู้กับ นักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ และขั้นตอน ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์แล้วนั้น ผู้วิจัยจะทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนแต่ละคน ในกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจะให้นักเรียน ดูตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา มีการจัดกิจกรรมการเรียนให้นักเรียนวิเคราะห์โครงการ วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ในขั้นตอนการเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนเขียนโครงร่างโครงการ วิทยาศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไข และให้นักเรียนไปทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ ได้เสนอหัวข้อ และนำเสนอผลการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ในสัปดาห์ที่ 17 จากการประเมิน คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า ชิ้นงานที่นักเรียนนำมาส่งนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์การประเมิน โครงการวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำผลงานโครงการวิทยาศาสตร์เข้าร่วมประกวดในสัปดาห์ วิทยาศาสตร์ได้ และหากนักเรียนสนใจที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อเข้าร่วมประกวดในสัปดาห์ วิทยาศาสตร์นั้น ผู้วิจัยต้องให้นักเรียนมาทำโครงการวิทยาศาสตร์นอกเวลาเรียนก่อนการแข่งขัน ประมาณ 4 สัปดาห์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นหัวข้อโครงการที่เกี่ยวข้องกับสาขางานที่นักเรียนเรียนอยู่ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องไปขอความช่วยเหลือจากเพื่อนครูในการให้คำปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่นักเรียนเสนอหัวข้อ



ภาพที่ 4-11 โครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเสนอหัวข้อ

ผลการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

รอบที่ 1 ของการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์
โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea)

กิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ กิจกรรมและการดำเนินงานในระยนี้ประกอบด้วย
4 กิจกรรม คือ

- การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำ
รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือ
รวมพลัง

- การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
- การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วม โครงการ
- การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

ในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ ประกอบไปด้วยกิจกรรม
ย่อย 4 กิจกรรม ได้แก่ การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการ
จัดทำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือ
รวมพลัง การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ และการประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วม
โครงการ ผู้วิจัยนำเสนอผลการจัดกิจกรรมดังนี้

การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง
 ผู้วิจัยซึ่งทำหน้าที่ครูผู้สอนแผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ์ วิชาวิทยาศาสตร์ ได้พูดคุยกับผู้อำนวยการวิทยาลัยถึงวัตถุประสงค์และความต้องการในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้อำนวยการวิทยาลัย และผู้วิจัยได้ขออนุญาตผู้อำนวยการในการชี้แจงครู และบุคลากรทางการศึกษาในการประชุมครู และบุคลากรทางการศึกษา ในวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยในวาระที่ 3 เรื่องเสนอเพื่อทราบผู้อำนวยการในฐานะประธานในที่ประชุมได้เสนอในวาระนี้ ดังนี้

“ในขณะนี้ครูชมนาด พรหมมิจิตร จะทำงานวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูชมนาดได้รับผิดชอบในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์อยู่เป็นประจำปีโครงการที่นักเรียนทำก็มีคุณภาพดี สามารถนำเข้าร่วมประกวดได้ บางปีก็ไม่มีได้เข้าร่วมซึ่งในส่วนนี้ทางวิทยาลัยก็รับทราบมาโดยตลอด แต่เห็นสิ่งอื่นใดในฐานะผู้อำนวยการคิดว่า การที่นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นสิ่งที่ดี ที่นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ต่าง ๆ จากการทำโครงการ ครูชมนาดจึงขออนุญาตทำงานวิจัย และขอรับการสนับสนุนในส่วนต่าง ๆ ของวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้อำนวยการอนุญาตให้ทำวิจัย และสนับสนุนอย่างเต็มที่ในทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ทุกอย่างให้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความประหยัด และความถูกต้อง เชิญชวนเพื่อครูให้การสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ด้วย”

การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

จากคำสั่งวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ เรื่องมอบหมายหน้าที่และความรับผิดชอบ ผู้วิจัยได้รับมอบหมายหน้าที่เจ้าหน้าที่งานวิจัยพัฒนานวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ ดังนั้นในการประชุมของงานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ ผู้วิจัยจึงได้เชิญชวนให้ผู้ร่วมประชุมเข้าร่วมการวิจัย และฝากเชิญชวนครูในแผนกของผู้เข้าร่วมประชุมเข้าร่วมโครงการ โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การทำวิจัย และขอความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมประชุม โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัย ดังนี้

คุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้ร่วมวิจัย

ครูผู้ร่วมวิจัยในกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง จำนวน 10 คน คือครูแผนกวิชาช่างยนต์ 2 คน ครูแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 5 คน ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้า 2 คน ครูแผนกวิชาช่างเชื่อมและโลหะการ 1 คน ดังแสดงในตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 คุณลักษณะพื้นฐานของครูผู้ร่วมวิจัย

ที่	เพศ	ระดับการศึกษา	แผนกวิชา	อายุ (ปี)	ประสบการณ์ในการสอน	ประสบการณ์ในการเป็นครูที่ปรึกษา สิ่งประดิษฐ์ (ปี)	ประสบการณ์ในการเป็นครูที่ปรึกษา โครงการวิทยาศาสตร์ (ปี)
1	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างยนต์	37	7	5	-
2	ชาย	ปริญญาโท	ช่างยนต์	34	7	3	-
3.	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	49	14	7	-
4.	หญิง	ปริญญาตรี	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	37	8	5	3
5.	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	28	3	1	-
6.	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	30	5	5	2
7.	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	42	13	8	3
8.	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างไฟฟ้ากำลัง	55	25	10	-
9.	ชาย	ปริญญาโท	ช่างไฟฟ้ากำลัง	41	10	-	-
10.	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างเชื่อมและโลหะการ	40	8	-	-

จากตารางที่ 4-19 พบว่า ครูผู้ร่วมวิจัยเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง มีอายุตั้งแต่ 28-55 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ด้านประสบการณ์ในการสอนครูผู้ร่วมวิจัย มีประสบการณ์อยู่ระหว่าง 3-25 ปี ด้านประสบการณ์ในการเป็นครูที่ปรึกษาส่งประดิษฐ์มีประสบการณ์อยู่ระหว่าง 0-10 ปี ด้านประสบการณ์ในการเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 0-3 ปี

การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ

ผู้วิจัยได้รับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ โดยการประชาสัมพันธ์ให้กับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ทุกแผนกวิชา โดยมีเงื่อนไขในการเข้าร่วมโครงการ คือ นักเรียนต้องมีผลการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะ (2000-1401) และรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนางานอาชีพ (2000-1402) ไม่น้อยกว่า 2.00 ซึ่งได้รับความสนใจจากนักเรียนจำนวน 15 คน แบ่งออกเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์จำนวน 3 คน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 คน แผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 คน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า 5 คน แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง 3 คน ดังนี้

ตารางที่ 4-20 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน

ที่	แผนกวิชา	เพศ	ชั้นปี	ประสบการณ์ ในการทำ สิ่งประดิษฐ์ (ปี)	ประสบการณ์ ในการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ (ปี)
1	ช่างยนต์	ชาย	3	-	-
2	ช่างยนต์	ชาย	3	-	-
3	ช่างยนต์	ชาย	3	-	-
4	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	ชาย	3	1	-
5	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	ชาย	2	1	1
6	ช่างเทคโนโลยีสารสนเทศ	ชาย	2	1	1
7	ช่างไฟฟ้ากำลัง	ชาย	3	2	2
8	ช่างไฟฟ้ากำลัง	ชาย	3	2	2
9	ช่างไฟฟ้ากำลัง	หญิง	3	2	2
10	ช่างไฟฟ้ากำลัง	ชาย	1	-	-
11	ช่างไฟฟ้ากำลัง	ชาย	1	-	-
12	ช่างเชื่อมโลหะ	ชาย	3	1	1
13	ช่างก่อสร้าง	ชาย	2	-	-
14	ช่างก่อสร้าง	ชาย	2	-	-
15	ช่างก่อสร้าง	หญิง	2	-	-

จากตารางที่ 4-20 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน พบว่า โดยส่วนใหญ่เป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังจำนวน 5 คน รองลงมาได้แก่แผนกวิชาช่างยนต์ จำนวน 3 คน โดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 13 คน โดยนักเรียนส่วนใหญ่เป็นนักเรียนชั้นปีที่ 3 จำนวน 7 คน รองลงมาคือชั้นปีที่ 2 จำนวน 5 คน ประสบการณ์ในการทำสิ่งประดิษฐ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีประสบการณ์ในการทำสิ่งประดิษฐ์ จำนวน 8 คน รองลงมา มีประสบการณ์ 1 ปี จำนวน 4 คน ประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 9 คน รองลงมาคือมีประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 1 ปี และ 2 ปี

การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

เป็นการดำเนินงานเพื่อขอความร่วมมือจากผู้ปกครองของนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ โดยจะทำการจัดประชุมชี้แจงการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์และความต้องการในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยทำการประชุมผู้ปกครองในวันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2560 โดยผู้วิจัยได้แจกเอกสารการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้กับผู้ปกครอง โดยมีผู้ปกครองเข้าร่วมประชุมจำนวน 15 คน นักเรียนจำนวน 15 คน และครูผู้ร่วมวิจัย 10 คน ผู้วิจัยได้แนะนำครูผู้ร่วมวิจัยและชี้แจงให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบเกี่ยวกับบทบาทของผู้ปกครองที่จะให้การสนับสนุนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และขอความร่วมมือกับผู้ปกครองเกี่ยวกับการสนับสนุนการแนะนำแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยแหล่งเรียน คอยติดตาม สอบถาม ให้กำลังใจกับนักเรียน ในการประชุมผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้ผู้ปกครองได้สอบถามเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้ปกครองสงสัย โดยผู้ปกครองบางรายได้สอบถามว่าการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์จะกระทบกับเวลาเรียนหรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงว่า ช่วงเวลาในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์นั้นจะทำหลังเลิกเรียน บางกลุ่มที่มีเวลาว่างตรงกันก็จะมาทำในช่วงเวลาว่าง ส่วนจะใช้เวลานานเท่าใดขึ้นอยู่กับหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ และได้ขอข้อมูลเบื้องต้นของผู้ปกครอง เช่น หมายเลขโทรศัพท์ ไลน์ (ID Line) เฟสบุ๊ก (Facebook) เพื่อจะได้รายงานผลความคืบหน้าของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สอบถามผู้ปกครองเกี่ยวกับข้อสงสัย หรือข้อกังวลในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ซึ่งผู้ปกครองได้ให้ความเห็นดังตัวอย่างคำพูดได้กล่าวไว้ ดังนี้

“ผมในฐานะของผู้ปกครอง ต้องขอบคุณที่ครูได้คัดเลือกให้ลูกชายได้เข้าร่วมทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ซึ่งผมก็ยินดีที่จะให้ความร่วมมือกับทางวิทยาลัย เมื่อวิทยาลัยได้ร้องขอในส่วนที่ผมจะช่วยให้”

(ผู้ปกครองนักเรียนช่างไฟฟ้ากำลัง)

“ทางวิทยาลัยหากต้องการให้ความช่วยเหลือทางด้านใดก็ยินดี ผมถือว่าเป็น โอกาสที่ดีของลูกที่จะได้มีประสบการณ์มากขึ้นกว่าเพื่อน ๆ คนอื่น ๆ แทนที่จะเอาเวลาว่างไปเล่นเกมส์”

(ผู้ปกครองนักเรียนช่างไฟฟ้ากำลัง)

“แม่ยินดีให้ลูกมาช่วยครูทำงาน ขอขอบคุณที่ให้ลูกได้ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ครูจะให้ลูกช่วยทำงานอะไรแม่ก็แล้วแต่ครู”

(ผู้ปกครองนักเรียนช่างอิเล็กทรอนิกส์)

“การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ปกครองเข้ามามีส่วนร่วมดำเนินกิจกรรม ตั้งแต่การศึกษาปัญหา การวางแผนดำเนินการ การตัดสินใจ การแก้ไขปัญหา และการประเมินร่วมกัน เพื่อขับเคลื่อนให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยการสื่อสารกับผู้ปกครองเพื่อสร้างความเข้าใจและสร้างความร่วมมือในด้านต่าง ๆ เช่น การอำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียนในบางเรื่อง ที่ผู้ปกครองสามารถทำได้ เช่น การอนุญาตให้นักเรียนมาทำงานในช่วงวันหยุด เสาร์-อาทิตย์ หรือในช่วงค่ำหลังเลิกเรียน ทั้งนี้ครูที่ปรึกษาจะแจ้งการทำโครงการของนักเรียนเป็นระยะ การแนะนำหัวข้อโครงการ โดยมีผู้ปกครองบางท่านเป็นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ สามารถให้คำแนะนำแก่นักเรียนได้ การแนะนำแหล่งเรียนรู้แก่นักเรียนที่จะส่งเสริมการทำโครงการของนักเรียน การให้กำลังใจคอยสอบถามความคืบหน้าของโครงการ โดยผู้ปกครองยินดีให้ความร่วมมือ และหากต้องการปรึกษาหรือขอความช่วยเหลือในเรื่องใด ผู้ปกครองยินดีให้ติดต่อทางโทรศัพท์ ทางไลน์ได้

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)

ในขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ วิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากครูผู้เข้าร่วมโครงการ โดยได้จัดประชุมครูผู้เข้าร่วมโครงการในวันที่ 18 มกราคม 2560 โดยผู้ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาของแต่ละคน และได้นำมาสรุปร่วมกันเป็นปัญหาของวิทยาลัย ผู้วิจัยนำเสนอผลการจัดกิจกรรมดังนี้

กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ ได้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต และในคำอธิบายรายวิชานักเรียนต้องสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ จากการนำเสนอหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า นักเรียนมีความสนใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์เป็นส่วนใหญ่ แต่ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำแนะนำได้ในส่วนของรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาได้ เช่นงานเชื่อมงานออกแบบสมองกล จึงทำให้นักเรียนล้มเลิกการทำโครงการที่สนใจไปประกอบกับผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยมีความเห็นสอดคล้องกัน ที่มุ่งพัฒนาคุณภาพคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีการนำความรู้ทางด้านช่างอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ในโครงการ ดังนั้นจึงจัดกิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีคุณภาพนั้น ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโครงการวิทยาศาสตร์ที่ไม่มีคุณภาพและนำมาสรุปปัญหาในภาพรวม ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุของปัญหาได้ 4 ประเด็น คือ ปัญหาด้านนักเรียน, ปัญหาด้านครู, ปัญหาด้านผู้ปกครอง, ปัญหาด้านสถานศึกษา รายละเอียดดังนี้

1. ปัญหาด้านนักเรียน จากการสรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านนักเรียน สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้ นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ขาดความกระตือรือร้น

และขาดความตั้งใจ ขาดประสบการณ์ในการเลือกหัวข้อ โครงการงานวิทยาศาสตร์ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดแรงบันดาลใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

2. ปัญหาด้านครู/ การจัดการเรียนการสอน จากการสรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านครู/ การจัดการเรียนการสอน สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้ ครูสอนตามบทเรียนในหนังสือและมอบหมายให้นักเรียนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ครูขาดการสนับสนุนนักเรียนในด้านต่าง ๆ ครูจัดการเรียนการสอนที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนมากกว่ากระบวนการ ครูขาดแรงบันดาลใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนแผนกวิชาช่างไม่ทราบขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

3. ปัญหาด้านผู้ปกครอง จากการสรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านผู้ปกครอง สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้ ผู้ปกครองไม่ทราบความสำคัญกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ขาดความเข้าใจถึงประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อนักเรียน ไม่ทราบบทบาทที่จะช่วยเหลือนักเรียนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

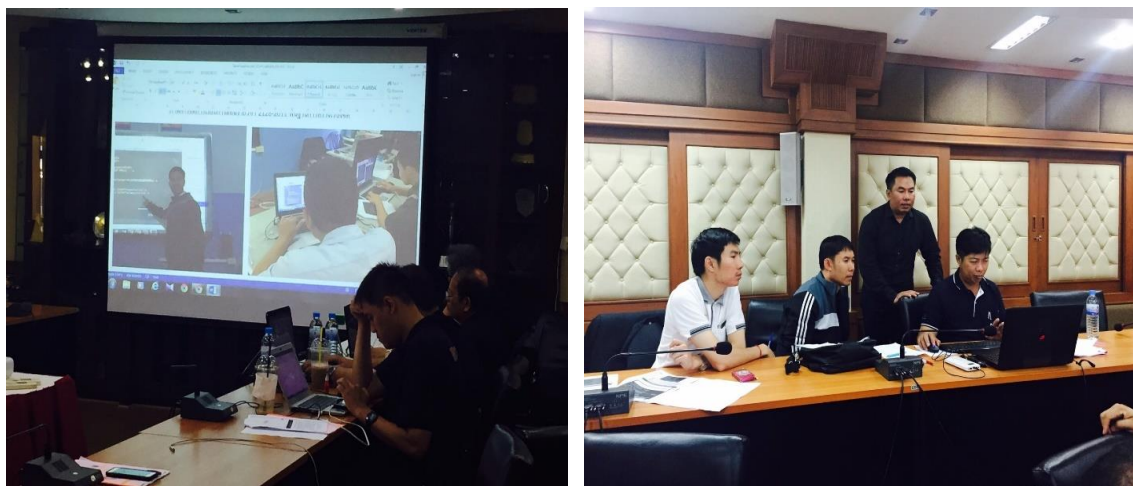
4. ปัญหาด้านสถานศึกษา จากการสรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาด้านสถานศึกษา สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้ สิ่งอำนวยความสะดวกในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีจำนวนไม่เพียงพอ เช่น ห้องสมุด ห้องอินเทอร์เน็ต ไม่มีสถานที่ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องงบประมาณที่ได้รับยังไม่เพียงพอ

“การที่คุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ หรือแม้กระทั่งสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ขาดคุณภาพนั้น ผมมองว่าปัญหามันอยู่ที่หลาย ๆ สาเหตุ ทั้งตัวเด็ก ตัวครูที่ปรึกษา หรือจากวิทยาลัย ผมมองว่าถ้าจะแก้ปัญหาก็แก้ตัวที่สุดคือแก้ที่ตัวครู”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

“จากการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ที่ผ่านมา จุดด้อยของวิทยาลัยคือการทำเล่มรายงาน ทั้งครูและนักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย จึงทำให้ไม่สามารถเขียนเล่มรายงานที่สมบูรณ์”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)



ภาพที่ 4-12 กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

“จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่า ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านนักเรียน, ปัญหาด้านครู, ปัญหาด้านผู้ปกครอง, ปัญหาด้านสถานศึกษา ล้วนแล้วส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น โดยเมื่อพิจารณาถึงความเชื่อมโยงของสาเหตุของปัญหา พบว่า ทุกปัญหาล้วนแล้วแต่มีความสัมพันธ์กันทั้งสิ้น ซึ่งปัญหาด้านผู้เรียนและปัญหาด้านครู/ การจัดการเรียนการสอนเป็นปัญหาระดับห้องเรียนเป็นบริบทของการสอนที่ใกล้ที่สุด เพราะครูมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ความรู้ความเข้าใจในวิชาที่สอน ความสามารถในการสอน ความตั้งใจในการสอน บุคลิกลักษณะของครูผู้สอน รวมถึงวิธีการ/ กระบวนการที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนและต่อพฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งส่งผลไปยังกระบวนการเรียนรู้ และคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ด้วย ขณะเดียวกันตัวของนักเรียนเองก็มีอิทธิพลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์เช่นกัน เช่น ความสนใจ ความต้องการ ความถนัดในการเรียน แรงจูงใจในการเรียน ความรู้สึกลึกซึ้งของนักเรียนต่อครูผู้สอน ปัญหาส่วนตัวของนักเรียน ต่างมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนของครูและต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ส่วนปัญหาด้านผู้ปกครองนั้น ผู้ปกครองควรให้ความสนใจและให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ กับนักเรียนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ปัญหาด้านสถานศึกษาเป็นสิ่งที่มามีอิทธิพลต่อครูและคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ คือ ผู้บริหารวิทยาลัย นโยบายการบริหาร การสนับสนุนของผู้บริหารล้วนมีอิทธิพลทั้งสิ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้บริหารได้ให้การสนับสนุน โดยเข้ามามีส่วนร่วมในการสร้างความเข้าใจให้กับครูและบุคลากรทางการศึกษา กำหนดให้กิจกรรมที่จัดทำในการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายวิทยาลัย โดยบรรจุ

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัยเป็นหนึ่ง
 ในโครงการของแผนปฏิบัติการประจำปีและได้ให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณในการอบรม
 และได้ให้การสนับสนุนงบประมาณที่ได้รับจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)
 ในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ สิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ซึ่งถือได้ว่าการทำวิจัยในครั้งนี้
 ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจาก ครูผู้ร่วมวิจัยจากหลายแผนกวิชา และได้รับความร่วมมือจากนักเรียน
 ผู้ปกครอง รวมทั้งผู้บริหารในการขับเคลื่อนงานวิจัยให้สำเร็จ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
 ในครั้งนี้ยังจะเห็นได้ว่าปัญหาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์กัน การแก้ปัญหา
 ควรทำทั้งระบบ เพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างได้ผล”

(ผู้วิจัย)

กิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

หลังจากที่ครูและผู้ร่วมวิจัยวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์
 จึงจัดทำกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกำหนดการแก้ปัญหา
 จากสาเหตุของปัญหาได้ 4 ประเด็น คือ ปัญหาด้านนักเรียน, ปัญหาด้านครู, ปัญหาด้านผู้ปกครอง,
 ปัญหาด้านสถานศึกษา รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-21 ปัญหาและกำหนดทางเลือกในกิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพ โครงการงาน
วิทยาศาสตร์

ปัญหา	กำหนดทางเลือก
1. ด้านนักเรียน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 2. แนะนำเทคนิคการหาหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3. สร้างความตระหนักถึงประโยชน์ของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 4. ฝึกนักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเขียนโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ 5. สร้างแรงบันดาลใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
2. ด้านครู	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูสนับสนุนนักเรียนในด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 2. สร้างแรงบันดาลใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 3. ครูไม่ปล่อยให้ให้นักเรียนทำโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยขาดการแนะนำจากครูที่ปรึกษาโครงการงาน 4. ชี้แจงขั้นตอนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 5. ฝึกการเขียนโครงร่างงานวิจัย
3. ด้านผู้ปกครอง	<ol style="list-style-type: none"> 1. ชี้แจงผู้ปกครองเกี่ยวกับความสำคัญกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ 2. สร้างความเข้าใจถึงประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อนักเรียน 3. ชี้แจงบทบาทที่จะช่วยเหลือนักเรียนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
4. ด้านสถานศึกษา	<ol style="list-style-type: none"> 1. อำนวยความสะดวกในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีเช่น การจองห้องสมุด ห้องอินเทอร์เน็ต 2. หาสถานที่ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง 3. เสนอโครงการเพื่อขอรับงบประมาณจากหน่วยงานภายนอก 4. สนับสนุนงบประมาณในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)

ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันกำหนดแผนงาน ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม ได้แก่ โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ โครงการศึกษาดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย สรุปเป็นภาพรวมได้ดังตารางที่ 4-22

ตารางที่ 4-22 กิจกรรมขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)

ลำดับที่	กิจกรรม	วันที่ปฏิบัติ	วัตถุประสงค์	หลักการ/แนวคิดที่ยึดถือ
1.	โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่	1 ธันวาคม พ.ศ. 2559	1. สร้างความคุ้นเคย ความรู้สึกร่วมกันเป็นกลุ่ม 2. เสริมพลังการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง	1. แนวคิดที่เกี่ยวกับการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ 2. แนวคิดที่เกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
2.	โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย	21-22 มกราคม พ.ศ. 2560	1. เพื่อให้ครูผู้ร่วมวิจัย มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย 2. เพื่อให้ครูสามารถเขียนโครงร่างการวิจัยอย่างย่อได้	1. แนวคิดผู้วิจัย เป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก ตามหลักการบทบาทครูที่ปรึกษาโครงงาน 2. การเสริมพลังด้านความรู้ ความเข้าใจ ให้กับครูผู้ร่วมวิจัย เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย
3.	โครงการศึกษาดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงงานวิทยาศาสตร์	14 มิถุนายน พ.ศ. 2560	1. สร้างความคุ้นเคย ความรู้สึกร่วมกันเป็นกลุ่ม 2. เสริมพลังการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง	1. แนวคิดที่เกี่ยวกับการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ 2. แนวคิดที่เกี่ยวกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

โครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่

ผู้วิจัย และนักเรียน ไปศึกษาดูงาน ณ วิทยาลัยเทคนิคลำพูน จังหวัดลำพูน เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2559 และผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning journals) หลังจากกลับศึกษาดูงาน และได้สัมภาษณ์นักเรียนถึงการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาดูงานมาพัฒนาหัวข้อโครงการ

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการบันทึกอนุทินและการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากกลับศึกษาดูงานสะท้อนได้ถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่เปลี่ยนแปลงไปสรุปได้ ดังนี้

“สิ่งประดิษฐ์บางเรื่องมันดูยากจังครับ บางเรื่องก็คาดไม่ถึงว่าจะทำกันครับ”

“บางเรื่องนำสิ่งของที่อยู่กับตัวมาเป็นแนวทางในการทำสิ่งประดิษฐ์ เช่น สุวรรณล้านนาพานรูปเทียนแพ ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่”

“อยากมาแข่งแบบนี้บ้างครับ น่าจะตื่นเต้นและสนุกครับ”

“บางทีผมคิดหัวข้อเกี่ยวกับอาหาร พวกหนูเรียนทางช่างสามารถทำสิ่งประดิษฐ์/โครงการวิทยาศาสตร์ทางด้านอาหารได้”ใหม่คะ เช่นวิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่”



ภาพที่ 4-13 ศึกษาดูงานโครงการศึกษาดูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่

โครงการศึกษา ดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการศึกษา ดูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้าน โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ผู้วิจัย ครูผู้เข้าร่วมวิจัย และนักเรียน ไปศึกษาดูงาน ณ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2560 และผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนเขียนอนุทินการเรียนรู้ (Learning Journals) หลังจากกลับศึกษาดูงาน และได้สัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัย และนักเรียนถึงการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาดูงานมาพัฒนาหัวข้อ โครงการงาน

ผู้วิจัย ได้ดำเนินการสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัยหลังจากกลับศึกษาดูงาน พบว่า ครูผู้ร่วมวิจัย มีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทบาทของครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ดังที่ครูผู้ร่วมวิจัยสะท้อนว่า

“นักเรียนของเขาที่ได้รับรางวัลการแข่งขัน โครงการวิทยาศาสตร์ระดับโลกนั้น ผมเห็นว่า ทั้งครูและนักเรียนต้องช่วยกันคิด ช่วยกันทำทุกขั้นตอน ตั้งแต่การคิดหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์”

“โครงการวิทยาศาสตร์ของเขาหลายเรื่อง เป็นเรื่องเกี่ยวกับสายช่าง เช่นการทำอิฐบล็อก จากเศษโฟม ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ของเขา ไปขอความช่วยเหลือจากครูที่วิทยาลัยเทคนิคลำปาง ในส่วนวิทยาลัยของเราก็น่าจะได้รับความช่วยเหลือกันในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแต่ละแผนกได้ ผมมั่นใจว่าครูเขาจะให้ความช่วยเหลือ”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

นอกจากนั้น ข้อมูลจากการบันทึกอนุทินและการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากกลับศึกษา ดูงานสะท้อนได้ถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่เปลี่ยนไปสรุปได้ ดังนี้

“สนุกมากครับ ได้มานอกวิทยาลัย อยากเก่งเหมือนพี่เขา อยากทำโครงการวิทยาศาสตร์ แล้วได้ไปนำเสนอในต่างประเทศบ้างครับ”

“พี่เขาคิดได้อย่างไร เอาหนอนนกมาทำจัด โฟม อยากลองดูทำบ้างครับ”

“ครูที่โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย แนะนำให้พวกผมทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อยอดจากของพวกพี่ ๆ ครับ ให้พวกผมนำหนอนนกยักษ์มาทำจัด โฟมที่ใช้แล้ว ผมจะทำโครงการ วิทยาศาสตร์เรื่องนี้ครับ”

(นักเรียน)



ภาพที่ 4-14 ศึกษาคุณาน ณ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครูโดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย
 โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครูโดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย
 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ครูผู้ร่วมวิจัยมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้ ความรู้เกี่ยวกับการวิจัย
 การกำหนดปัญหาวิจัย การเขียนโครงร่าง การนำเสนอโครงร่างการวิจัย โดยได้จัดให้มีการอบรม
 การพัฒนาศักยภาพการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษา
 วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 21-22 มกราคม พ.ศ. 2560 มีผู้รับการอบรมที่เป็นครูผู้ร่วมวิจัย
 10 คน ไม่ร่วมโครงการ 10 คน ผลการดำเนินโครงการตามวัตถุประสงค์ดังนี้
 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิจัยให้กับครู
 เพื่อให้การดำเนินโครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ในข้อ 1 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ
 ก่อนการอบรม และหลังการอบรม ผลการทดสอบเป็นดังตารางที่ 4-23

ตารางที่ 4-23 คะแนนก่อนเข้ารับการอบรมและหลังการอบรมของครูผู้ร่วมวิจัย

ที่	เพศ	ระดับ การศึกษา	แผนกวิชา	คะแนน ก่อนอบรม	คะแนน หลังอบรม
1	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างยนต์	14	27
2	ชาย	ปริญญาโท	ช่างยนต์	22	30
3	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	31	35
4	หญิง	ปริญญาตรี	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	19	25
5	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	19	22
6	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	24	27
7	ชาย	ปริญญาโท	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	19	25
8	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างไฟฟ้ากำลัง	15	17
9	ชาย	ปริญญาโท	ช่างไฟฟ้ากำลัง	33	37
10	ชาย	ปริญญาตรี	ช่างเชื่อมโลหะ	14	14

จากตารางที่ 4-23 พบว่า มีครูผู้ร่วมวิจัยมีคะแนนทดสอบก่อนผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน
 และหลังจากอบรมครูผู้ร่วมวิจัยมีคะแนนทดสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 คน

ระหว่างการอบรมครูผู้ร่วมวิจัยได้ฝึกเขียนโครงร่างการวิจัยและนำเสนอโครงร่างการวิจัย
 โดยสรุปชื่องานวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 4-24 ชื่องานวิจัยที่ผู้ร่วมวิจัยได้ฝึกเขียนโครงร่างการวิจัยและนำเสนอโครงร่างการวิจัย

ลำดับ	ชื่องานวิจัย
1.	การพัฒนาแบบฝึกทักษะการคำนวณทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเชิงซ้อนสำหรับผู้เรียนช่วงอุตสาหกรรม
2.	การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง รายวิชาการสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสงของนักศึกษาาระดับชั้น ปวส.2 สาขางานระบบโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
3.	การแก้ไขปัญหาการไม่รู้TagในภาษาHTML ในรายวิชา 2128-2011พื้นฐานการสร้างเว็บไซต์ของผู้เรียน ปวช. 1 หลักสูตรทวิศึกษา สาขาวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ โรงเรียนแม่ต๋อนวิทยาคม โดยใช้แบบฝึกทักษะการใช้ TagในภาษาHTML
4.	การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนรูปแบบยูบิลควิตส์เรื่องท่อนำคลื่นสำหรับผู้เรียนสาขางานเทคโนโลยีโทรคมนาคม
5.	การพัฒนาถุงมือบริหารนิ้วมือสำหรับกายภาพบำบัดในผู้ป่วยอัมพฤกษ์
6.	เครื่องอบลดความชื้นในข้าวแบบถ่วงหมุน ระบบลมร้อนหมุนเวียน
7.	การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์ดับไฟฟ้า
8.	การสร้างและหาประสิทธิภาพของเตาชีวมวล
9.	การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องแจ้งเหตุฉุกเฉิน ด้วยวิทยุสื่อสารระบบวีเอชเอฟ/ เอฟเอ็ม
10.	การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องช่วยเดิน

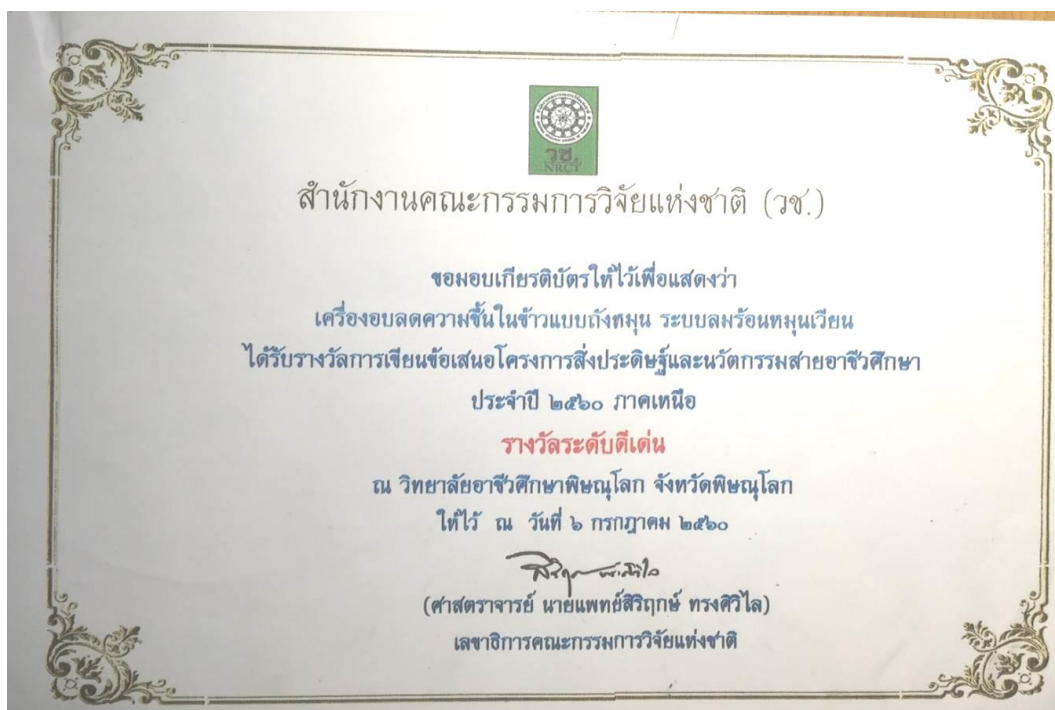


ภาพที่ 4-15 โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศัษยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง รายวิชาระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ของนักศึกษาในระดับชั้น ปวส.2 สาขาวิชาระบบโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่				โครงการวิจัย	
ปัญหาที่แท้จริง - ผู้เรียนไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงตามสมรรถนะรายวิชา - รูปแบบการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงยังไม่น่าสนใจ - ขาดสื่อการเรียนการสอนที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงมากขึ้น คำถามวิจัย - ผู้เรียนควรได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างไร เพื่อให้มีสมรรถนะในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง - รูปแบบการเรียนการสอนในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงอย่างไรที่น่าสนใจ - สื่อการเรียนการสอนแบบใดที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงมากขึ้น - ผลการใช้รูปแบบกิจกรรมมาพัฒนาผู้เรียนได้มากน้อยอย่างไร	วัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง 2. เพื่อศึกษาผลการใช้พัฒนาแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง คำถามวิจัย - ผู้เรียนควรได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างไร เพื่อให้มีสมรรถนะในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง - รูปแบบการเรียนการสอนในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงอย่างไรที่น่าสนใจ - สื่อการเรียนการสอนแบบใดที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงมากขึ้น - ผลการใช้รูปแบบกิจกรรมมาพัฒนาผู้เรียนได้มากน้อยอย่างไร	ทฤษฎีแนวคิด - แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนตามแนวคิดของกามัล (Gagne's Instructional Model) มีกระบวนการอยู่ 9 ขั้นตอน 1) กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน 2) แจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียนให้ผู้เรียนทราบ 3) กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม 4) นำเสนอสิ่งเร้าหรือเนื้อหาสาระใหม่ 5) การให้แนวการเรียนรู้อื่นๆ 6) การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ 7) การให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) การประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน 9) การส่งเสริมความคงทนและการถ่ายโอนความรู้ (ทิตานา แซมณี : 2545) - แนวคิดการวัดทักษะการปฏิบัติโดย สุวิมล ว่องวานิช (2546) ประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ กระบวนการปฏิบัติงานและคุณภาพของผลงาน รูปแบบการวิจัย งานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน แบ่งเป็นลำดับ 4 ขั้นตอน (PAOR) ได้แก่ - ขั้นวางแผน (Plan) - ขั้นปฏิบัติ (Action) - ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Observe) - ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติงาน (Reflect) โดยแบบแผนการวิจัยเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลัง $O_1 - X - O_2$	ตัวแปร ตัวแปรอิสระ รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง ตัวแปรตาม - ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง ประกอบด้วยการปฏิบัติงาน และ คุณภาพของผลงาน - ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง วิธีการวัดตัวแปร - การวัดตัวแปรอิสระโดยวิธีการใช้ผู้เชี่ยวชาญประเมินพิจารณาค่า IOC - การวัดตัวแปรตามโดยวิธีการประเมินตนเอง (แบบวัดความพึงพอใจ) และให้ผู้สอนประเมิน (แบบวัดกระบวนการ) และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	ประชากร ผู้เรียนระดับชั้น ปวส.2 สาขาวิชาโทรคมนาคม วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 36 คน (ชั้นทดลอง) กลุ่มตัวอย่าง - (ไม่มี) - สถิติ ค่าร้อยละ, μ , σ E.I., IOC	เครื่องมือ - เครื่องมือทดลอง - รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง - เครื่องมือรวบรวมข้อมูล - แบบทดสอบ - แบบวัดกระบวนการปฏิบัติงาน - แบบสอบถามความพึงพอใจ - แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ องค์ความรู้ใหม่ที่ได้ รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง พร้อมแผนการสอน

ภาพที่ 4-16 โครงร่างฉบับย่อของครูผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศัษยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย

หลังจากเสร็จสิ้นการอบรมครูผู้ร่วมวิจัยบางคนได้นำโครงร่างการวิจัยไปปรับปรุงและพัฒนาและดำเนินการจัดทำวิจัย และได้ดำเนินงานวิจัยเข้าร่วมจัดแสดงและแข่งขันในการประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษาประจำปี พ.ศ. 2560 ระดับภาคเหนือ ซึ่งสิ่งประดิษฐ์เครื่องอบลดความชื้นในข้าวแบบถึงหมุน ระบบลมร้อนหมุนเวียน ได้รับรางวัลการเขียนข้อเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษา



ภาพที่ 4-17 เกียรติบัตรเครื่องอบลดความชื้นในข้าวแบบถึงหมุน ระบบลมร้อนหมุนเวียน ได้รับรางวัลการเขียนข้อเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษา ประจำปี พ.ศ. 2560 ภาคเหนือ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติการ (Implement action)

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมกำหนดแผนงาน ประกอบไปด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมนำเสนอผลงาน สรุปเป็นภาพรวมได้ดังตารางที่ 4-25

ตารางที่ 4-25 กิจกรรมและการดำเนินงานในชั้นปฏิบัติการ

ลำดับ ที่	กิจกรรม	วันที่ปฏิบัติ	วัตถุประสงค์	หลักการ/แนวคิด ที่ยึดถือ
1.	กิจกรรมจัดทำโครงร่าง โครงการวิทยาศาสตร์	มีนาคม พ.ศ. 2560	1. จัดทำโครงร่าง โครงการวิทยาศาสตร์ 2. การเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง	1. แนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ 2. แนวคิดที่เกี่ยวกับ การร่วมมือกันเรียนรู้ 3. แนวคิดการเรียนรู้ แบบโครงงาน 4. แนวคิดเกี่ยวกับการจัด การศึกษาการบูรณาการ ระหว่างรายวิชา
2.	กิจกรรมจัดทำ โครงการวิทยาศาสตร์	พฤษภาคม พ.ศ. 2560	1. จัดทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ 2. การเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง	1. แนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ 2. แนวคิดที่เกี่ยวกับ การร่วมมือกันเรียนรู้ 3. แนวคิดการเรียนรู้ แบบโครงงาน 4. แนวคิดเกี่ยวกับการจัด การศึกษาการบูรณาการ ระหว่างรายวิชา
3.	กิจกรรมนำเสนอผลงาน	มิถุนายน พ.ศ. 2560	1. นำเสนอโครงงาน วิทยาศาสตร์	1. แนวคิดทฤษฎีสร้างสรรค์ ความรู้ 2. แนวคิดที่เกี่ยวกับ การร่วมมือกันเรียนรู้ 3. แนวคิดการเรียนรู้ แบบโครงงาน 4. แนวคิดเกี่ยวกับการจัด การศึกษาการบูรณาการ ระหว่างรายวิชา

กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์

กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ให้ครูผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนได้ฝึกการเขียนโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ และผู้วิจัยได้มอบหมายให้ครูผู้ร่วมวิจัยเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากหัวข้อที่นักเรียนสนใจกับแผนกวิชาของครูผู้ร่วมวิจัย ได้หัวข้อโครงการที่นักเรียนเสนอจำนวน 5 โครงการ และจัดครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์รายละเอียดดังนี้

1. เครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ
2. ศึกษาการย่อยสลายโฟมด้วยหนอนนกยักษ์
3. การออกแบบและสร้างชุดให้น้ำจิ้งหรีด
4. การออกแบบและสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันควบคุมระบบอัตโนมัติ
5. ศึกษาการใช้โปรตีนเสริมในขนมปังโฮลวีท

นักเรียนนำเสนอโครงร่างให้ครูที่ปรึกษาพิจารณา ณ ห้อง 343 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ครูที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้

ตารางที่ 4-26 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์

หัวข้อที่ประเมิน	ผลการพิจารณา				
	โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ
	1	2	3	4	5
1. ชื่อโครงการ	2	1	1	2	1
2. ที่มาและความสำคัญของโครงการงานวิทยาศาสตร์	2	2	1	2	2
3. วัตถุประสงค์	2	2	1	2	2
4. สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	1	1	1	1	2
5. ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	1	1	1	1	2
6. การกำหนดตัวแปร	1	1	1	1	2
7. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1	1	1	1	1
8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2	2	2	2	3
9. การกำหนดแผนปฏิบัติงาน	3	3	2	2	3
10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3	2	2	2	3
11. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดทำโครงการของตนเอง	2	2	1	1	3
12. เลือกเรื่องที่จะทำโครงการอย่างเหมาะสม	4	4	2	4	3
13. เป็นเรื่องที่หาแหล่งเรียนรู้ และผู้ทรงคุณวุฒิที่สามารถสนับสนุนการทำงานได้	4	4	4	4	4
14. สามารถนำเสนอโครงร่าง ตอบข้อซักถามตรงประเด็น มีเหตุผลทางวิชาการ	2	2	2	3	3
15. เป็นผลงานที่มีคุณค่า แปลกใหม่ มีความคิดสร้างสรรค์ เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ผู้อื่น	4	4	4	4	4
รวม	34	32	24	31	32

จากตารางที่ 4-26 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนรวมของการประเมิน โครงร่างมีคะแนนรวม 24-34 คะแนน โดยส่วนใหญ่ ต้องปรับปรุง การเขียนสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า การกำหนดตัวแปร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จากการนำเสนอโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยร่วมกันสะท้อนคิดจากการบันทึกอนุทินการเรียนรู้ และจากแบบบันทึกการสังเกตแบบมีส่วนร่วมมีประเด็นดังนี้

“จากการนำเสนอโครงร่างของนักเรียนทำให้ผมรู้ว่านักเรียนขาดทักษะการเขียน คงต้องฝึกกันให้มากขึ้น”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

“ต้องฝึกกันอีกมาก ทั้งการเขียน การนำเสนอ หรือแม้กระทั่งการตอบคำถาม”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

“วันนี้ทั้งครูที่ปรึกษาโครงงานและนักเรียนเจ้าของผลงานได้ร่วมกันปรับปรุง โครงร่างที่นักเรียนนำเสนอ เป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งนักเรียนและครู ส่วนไหนที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ครูวิทยาศาสตร์แก้ไข ส่วนไหนที่เกี่ยวข้องกับช่าง ให้ครูช่างช่วยแนะนำ เป็นการฝึกเขียน ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน จากการเสนอหัวข้อโครงงาน พบว่า เป็นหัวข้อโครงงานที่มีความแปลกใหม่ นักเรียนออกแบบขั้นตอนการจัดทำโครงงานยังไม่สมบูรณ์ อาจเนื่องมาจากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาน้อย”

(ผู้วิจัย)

“ครูที่ปรึกษาแต่ละโครงงานประเมิน โครงร่างที่นักเรียนนำเสนอและร่วมกันปรับปรุง จากโครงร่างที่นักเรียนนำเสนอ นั้น พบว่า นักเรียนยังตั้งชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่เหมาะสม การเขียนที่มาและความสำคัญของปัญหา ยังเขียนให้เห็นถึงความสำคัญในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร การเขียนวัตถุประสงค์ พบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนนำประโยชน์มาเขียน เมื่อครูที่ปรึกษาโครงงานได้สอบถามนักเรียนถึงวัตถุประสงค์ที่นักเรียนต้องการทำ ได้ปรับแก้ให้ตรงตามหลักการเขียนวัตถุประสงค์ การเขียนสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า พบว่า นักเรียนเขียนสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้าได้แต่ต้องปรับข้อความบ้าง ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้ายังอธิบายไม่ครอบคลุม นักเรียนยังระบุในภาพกว้าง การกำหนดตัวแปร พบว่า นักเรียนกำหนดตัวแปรไม่ครอบคลุมอาจเนื่องมาจากการตั้งชื่อโครงงานที่ยังไม่เหมาะสมจึงทำให้นักเรียนระบุตัวแปรได้ไม่ครอบคลุม และบางโครงงานนั้นมีการทดลองหลายขั้นตอนจึงทำให้นักเรียนสับสน ครูที่ปรึกษาโครงงานได้อธิบายและปรับแก้การเขียนตัวแปรตามขั้นตอนของการทดลอง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการนักเรียนยังไม่เข้าใจหลักการในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จึงทำให้ส่วนใหญ่กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการยังไม่ครอบคลุมกับหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ การเขียนวิธีการศึกษาค้นคว้า นักเรียนเขียนวิธีการศึกษาค้นคว้าเป็นขั้นตอนแต่ขาดความสมบูรณ์ ครูที่ปรึกษาได้แนะนำให้เพิ่มเติมปรับแก้ให้สมบูรณ์มากขึ้น การเขียนประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ส่วนใหญ่เขียนประโยชน์ที่จะได้รับได้ดี แต่บางกลุ่มมีจำนวนประโยชน์จำนวนหลายข้อ ครูที่ปรึกษาโครงงานแนะนำให้เขียนรวบรัดและกระชับมากขึ้น ครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์แต่ละหัวข้อ

พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการทำ จึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ไปปรับแก้ตามที่ได้รับคำแนะนำ และให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามแผนที่กำหนดไว้”

(ผู้วิจัย)



ภาพที่ 4-18 การนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์

จากการนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยที่ความเห็นร่วมกันให้นักเรียนนำโครงร่างไปแก้ไขตามคำแนะนำของครูที่ปรึกษา และนัดหมายให้นักเรียนกลับมาเสนอใหม่อีกครั้ง ส่วนกิจกรรมจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมนำเสนอผลงานที่กำหนดไว้ให้ชะลอการทำกิจกรรมออกไปจนกว่านักเรียนจะปรับปรุงโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ใหม่อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)

จากการนำเสนอโครงร่างโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยและครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้นัดหมายให้นักเรียนนำเสนอโครงร่างใหม่ ณ ห้อง 343 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ครูที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขโครงการวิทยาศาสตร์ดังนี้

ตารางที่ 4-27 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2

หัวข้อที่ประเมิน	ผลการพิจารณา				
	โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ
	1	2	3	4	5
1. ชื่อโครงการ	4	4	3	4	3
2. ที่มาและความสำคัญของโครงการงานวิทยาศาสตร์	3	3	2	2	2
3. วัตถุประสงค์	3	3	3	3	2
4. สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	3	3	3	3	2
5. ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3	2	3	3	2
6. การกำหนดตัวแปร	2	2	2	2	2
7. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	2	2	2	3	2
8. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3	3	2	3	3
9. การกำหนดแผนปฏิบัติงาน	3	3	3	3	3
10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3	3	3	3	3
11. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดทำ โครงการของตนเอง	3	3	2	3	3
12. เลือกเรื่องที่จะทำโครงการอย่างเหมาะสม	4	4	4	4	3
13. เป็นเรื่องที่หาแหล่งเรียนรู้ และผู้ทรงคุณวุฒิ ที่สามารถสนับสนุนการทำงานได้	4	4	4	4	4
14. สามารถนำเสนอโครงร่าง ตอบข้อซักถาม ตรงประเด็น มีเหตุผลทางวิชาการ	3	3	3	3	3
15. เป็นผลงานที่มีคุณค่า แปลกใหม่ มีความคิด สร้างสรรค์ เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ผู้อื่น	4	4	4	4	4
รวม	47	47	43	47	41

จากตารางที่ 4-27 ผลการประเมินการนำเสนอโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 พบว่า คะแนนรวมของการประเมิน โครงร่างมีคะแนนรวม 41-47 คะแนน โดยส่วนใหญ่ ต้องปรับปรุงการกำหนดตัวแปร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้วิจัย และครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ร่วมกันแก้ไขปรับปรุง โครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ให้ความรู้แต่ละกลุ่มในการกำหนดตัวแปร และการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเพิ่มเติม และได้ให้นักเรียนนำโครงร่างฉบับสมบูรณ์มาส่งในสัปดาห์ถัดไป

“นักเรียนมีการปรับปรุงโครงร่างตามที่ได้ให้คำแนะนำไป และสามารถอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดทำโครงงานของตนเองได้ดีขึ้น สามารถตอบข้อซักถามตรงประเด็นมากขึ้น”

(ครูผู้ร่วมวิจัย)

“ครูที่ปรึกษาโครงงานและนักเรียนร่วมกันปรับปรุงแก้ไขโครงร่าง ครูแนะนำการออกแบบการทดลองให้กับนักเรียน ร่วมกันกำหนดแผนปฏิบัติงาน”

(ผู้วิจัย)

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา(Reconnaissance)

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมวิเคราะห์สภาพปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา ได้รับความร่วมมือจากครูผู้ร่วมวิจัย โดยผู้ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยนำเสนอผลการจัดกิจกรรมวิเคราะห์สภาพปัญหา ดังนี้

จากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมา พบว่า ในขั้นตอนการเขียนโครงร่างโครงงาน วิทยาศาสตร์ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก และในการปรับแก้โครงร่างครูผู้ร่วมวิจัยและผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะ แก้ไข ดังนั้นในช่วงการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มครูที่ปรึกษาต้องคอยดูแล เพื่อให้การทำโครงงานอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมาย (Revise general idea)

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหา พบว่า ในการดำเนินกิจกรรมช่วงแรกใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ดังนั้นผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ โดยต้องดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ให้เสร็จทันตามระยะเวลาทุกโครงงาน

รอบที่ 2 ของการพัฒนาแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์

โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan) ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันกำหนดแผนงาน ดังนี้

กิจกรรมจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัย นักเรียน ดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มตามแผนที่วางไว้ โดยผู้วิจัยนัดประชุมรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ ผลการดำเนินการนำเสนอ ดังนี้

1. เครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ

โครงงานวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ได้รับข้อมูลเบื้องต้นมาจากครูผู้ร่วมวิจัย ซึ่งคุณพ่อต้องได้รับการบริหารปอดโดยใช้เครื่องบริหารปอดทุกวัน แต่เครื่องบริหารปอดที่มีขายในท้องตลาดเป็นระบบที่ผู้ใช้ต้องนับจำนวนเอง ครูผู้ร่วมวิจัยจึงพูดคุยกับนักเรียนถึงความต้องการในการนับการบริหารปอดแบบอัตโนมัติ นักเรียนจึงได้ไปศึกษาวิธีการใช้งานของเครื่องบริหารปอดจากผู้ป่วย

และนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนออกแบบการสร้างเครื่องบริหารปอด นักเรียนและครูที่ปรึกษา
โครงการนี้ได้ดำเนินการจัดทำโครงการโดยการเข้ากลุ่มร่วมกิจกรรม นัดหมายเข้ากลุ่มเพื่อทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ที่ห้อง 343 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป ผู้วิจัย
และครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ ในขั้นตอนการออกแบบเครื่อง ได้ไป
สัมภาษณ์ผู้ป่วยที่ต้องใช้เครื่องบริหารปอดเพื่อกำหนดข้อตกลงในการเขียนคำสั่ง โปรแกรม
Arduino ขั้นตอนการออกแบบการทดลองเครื่องได้รับความช่วยเหลือจากครูแผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง
ในการเสนอแนะการหาอุปกรณ์ป้อนในการทดลอง ใช้เวลาในการดำเนินการจัดทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ประมาณ 30 วัน

2. ศึกษาการย่อยสลายโพลีด้วยหนอนนกกยักษ์

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ได้รับข้อมูลเบื้องต้นมาจากการศึกษาศึกษาดูงาน
ณ โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง โดยนักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการของโรงเรียน
บุญวาทย์วิทยาลัย ได้ช่วยเสนอแนะหัวข้อโครงการให้ทำการศึกษาต่อจากโครงการของโรงเรียน
บุญวาทย์วิทยาลัย นักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการได้ดำเนินการจัดทำโครงการโดยการเข้ากลุ่ม
ร่วมกิจกรรม นัดหมายเข้ากลุ่มเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ห้อง 213 แผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ
เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ ผู้วิจัยและ
ครูผู้ร่วมวิจัยได้พานักเรียนไปที่หมู่บ้านห้วยแก้ว อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ เพื่อไปศึกษาวิธีการเลี้ยง
หนอนนกกยักษ์จากฟาร์มที่ผู้ปกครองของนักเรียนให้ข้อมูล ใช้เวลาในการดำเนินการจัดทำโครงการ
วิทยาศาสตร์ประมาณ 60 วัน

3. การออกแบบและสร้างชุดให้น้ำจิ้งหรีด

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ได้ข้อมูลเบื้องต้นมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีด ซึ่งประสบ
ปัญหาการให้น้ำกับจิ้งหรีด นักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการได้ดำเนินการจัดทำโครงการ
โดยการเข้ากลุ่มร่วมกิจกรรม นัดหมายเข้ากลุ่มเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ห้อง 213 แผนกวิชา
สามัญ-สัมพันธ เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันดำเนินการตาม
แผนปฏิบัติการ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้พานักเรียนไปศึกษาหาข้อมูลการเลี้ยงจิ้งหรีดที่ฟาร์ม
ในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ใช้เวลาในการดำเนินการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ประมาณ
30 วัน

4. การออกแบบและสร้างชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันควบคุมระบบอัตโนมัติ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ได้รับข้อมูลเบื้องต้นมาจากเกษตรกรผู้เพาะต้นอ่อน
ทานตะวันนักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการได้ดำเนินการจัดทำโครงการโดยการเข้ากลุ่มร่วม
กิจกรรม นัดหมายเข้ากลุ่มเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ห้อง 213 แผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ

เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้พานักเรียนไปศึกษาหาข้อมูลการเพาะต้นอ่อนทานตะวันในอำเภอสาร์ภี จังหวัด เชียงใหม่ โดยการแนะนำของครูผู้ร่วมวิจัยซึ่งได้ทำการเพาะต้นอ่อนทานตะวันเป็นอาชีพเสริม ใช้เวลาในการดำเนินการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ประมาณ 30 วัน

5. ศึกษาการใช้โปรตีนเสริมในขนมปังโฮลวีท

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องนี้ได้รับข้อมูลเบื้องต้นมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงจิ้งหรีดและนักเรียน นักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการนี้ได้ดำเนินการจัดทำโครงการ โดยการเข้ากลุ่มร่วมกิจกรรม นัดหมายเข้ากลุ่มเพื่อทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ห้อง 213 แผนกวิชาสามัญ-สัมพันธ์ เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมกันดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้พานักเรียนไปศึกษาหาข้อมูลการเพาะต้นอ่อนทานตะวันในอำเภอสาร์ภี จังหวัด เชียงใหม่ โดยการแนะนำของครูผู้ร่วมวิจัยซึ่งได้ทำการเพาะต้นอ่อนทานตะวัน เป็นอาชีพเสริมใช้เวลาในการดำเนินการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ประมาณ 15 วัน

เมื่อนักเรียนดำเนินการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ให้นักเรียนนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ รายละเอียดดังตารางที่ 4-28

ตารางที่ 4-28 คะแนนการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์

หัวข้อ	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย				
		โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ	โครงการ
		1	2	3	4	5
1. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (25 คะแนน)						
1.1	ความแปลกใหม่ของปัญหาและการระบุตัวแปร	5	5	5	5	5
1.2	ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง	5	5	5	5	5
1.3	การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ	3	3	3	3	3
1.4	การอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์	3.33	3.33	3.33	3.33	4
1.5	สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้	4	4	3.33	3.33	4
2. เนื้อหาโครงการ (25 คะแนน)						
2.1	องค์ประกอบการเขียนรายงานครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	5	5	5
2.2	เนื้อหาการเขียนรายงานถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5
2.3	รูปแบบการเขียนรายงานเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4
2.4	การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	4	4	4	4
2.5	อภิปรายผลตามหลักวิชาการ	3.67	4	4	4	4
3. กระบวนการ (25 คะแนน)						
3.1	แสดงกระบวนการแก้ปัญหา	3.33	3.67	3	3.33	3.67
3.2	แสดงการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	4	3	3	4	3.67
3.3	ดำเนินการทดลองตามแบบแผน	4	3.33	3	4	4
3.4	สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์	4	3	3	4	4
3.5	เสนอแนะแนวทางในการใช้ประโยชน์โครงการอย่างสร้างสรรค์	4	4	3.33	3.67	3.33
4. การนำเสนอผลงาน 25 คะแนน						
4.1	ความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน	4	4	5	5	5
4.2	คุณภาพของสื่อ ทำให้มีความเข้าใจได้ง่าย	4	4	5	5	5
4.3	วิธีการนำเสนอได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3.33	3.33	3	3	3
4.4	การตอบคำถามบ่งชี้ถึงการมีความรู้ ความเข้าใจ	4	4	3.33	4	4
4.5	มีความสามารถในการสาธิตและนำเสนอ	3.33	3.67	4	3.67	4
รวม		80.33	78.33	77.32	81.33	82.67

กิจกรรมนำเสนอผลงาน

มีวัตถุประสงค์ให้ครูผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนได้นำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ที่เสร็จแล้ว โดยจัดแสดงผลงานในสัปดาห์วิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้เข้าร่วมการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์ การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตามความสนใจของนักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการดำเนินการนำเสนอ ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ ได้เข้าร่วมแข่งขันโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับอาชีวศึกษาจังหวัด และได้เข้าร่วมแข่งขันอาชีวศึกษาระดับภาคเหนือ



ภาพที่ 4-19 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ

ครูผู้ร่วมวิจัยได้นำไปพัฒนาต่อยอดและเข้าร่วมแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
ได้รับรางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 ระดับชาติ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ด้านการแพทย์และอาชีวอนามัย
ปี พ.ศ.2560



ภาพที่ 4-20 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องบริหารปอดระบบนับจำนวนอัตโนมัติ
(Lung machine exercise) V.2

2. ศึกษาการย่อยสลายโพลีสไตรีนโฟมด้วยหนอนนกยักษ์ ได้เข้าร่วมแข่งขันโครงการ
วิทยาศาสตร์ในระดับอาชีวศึกษาจังหวัด และได้เข้าร่วมแข่งขันอาชีวศึกษาระดับภาคเหนือ



ภาพที่ 4-21 โครงการศึกษาการย่อยสลายโพลีสไตรีนโฟมด้วยหนอนนกยักษ์

3. การออกแบบและสร้างชุดให้น้ำจิ้งหรีดได้เข้าร่วมการ



ภาพที่ 4-22 โครงการออกแบบและสร้างชุดให้น้ำจิ้งหรีด

4. โครงการชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวันได้เข้าร่วมแข่งขันโครงการวิทยาศาสตร์ ในระดับอาชีวศึกษาจังหวัด และได้เข้าร่วมแข่งขันอาชีวศึกษาระดับภาคเหนือ



ภาพที่ 4-23 โครงการชุดเพาะต้นอ่อนทานตะวัน

5. ศึกษาการใช้โปรตีนเสริมในขนมปังโฮลวีท



ภาพที่ 4-24 โครงการงานศึกษาการใช้โปรตีนเสริมในขนมปังโฮลวีท

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)

กิจกรรมเรื่องเล่าระหว่างการเดินทางมีวัตถุประสงค์ให้ครูผู้ร่วมวิจัยและนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความประทับใจ ปัญหาและอุปสรรค ระหว่างการทำโครงการวิทยาศาสตร์ร่วมกัน โดยผู้วิจัยได้ประเมินผลการเรียนรู้ผ่านกระบวนการปฏิบัติการวิจัยแบบร่วมมือร่วมพลังของครูผู้ร่วมวิจัย ที่ได้จัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งผลที่เกิดกับตัวนักเรียน ผลที่เกิดกับครูผู้ร่วมวิจัย และคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ที่จัดทำขึ้น

ผลที่เกิดกับตัวนักเรียนจากการใช้กระบวนการเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลังในการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจได้สรุปผลการเรียนรู้ที่เกิดกับนักเรียน 3 ประเด็น ดังนี้

1. ด้านความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ

นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจ มีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการร่วมกันทำกิจกรรม ในการทำกิจกรรมโครงการมีการแบ่งกลุ่มเพื่อแบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบงานร่วมกันทำกิจกรรมภายในกลุ่มและครูที่ปรึกษาโครงการ ผลจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ หลายโครงการสามารถนำไปเข้าร่วมการแข่งขันโครงการวิทยาศาสตร์ และนำไปพัฒนาต่อยอดในการทำสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่

2. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจ มีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อครูอธิบายขั้นตอนหรือให้ความรู้แก่นักเรียน นักเรียนจะตั้งใจฟังและปฏิบัติตามคำแนะนำ หากเกิดข้อสงสัยก็จะถาม มีการแบ่งบทบาทหน้าที่รับผิดชอบงาน ร่วมกันทำกิจกรรม ร่วมกันแก้ปัญหา

3. ด้านความเห็นต่อรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

เพื่อเป็นการสะท้อนความรู้สึกและความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนบันทึกอนุทิน ซึ่งสรุปผลการสะท้อนคิด พบว่า นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อรูปแบบการสอน และชื่นชอบการจัดกิจกรรมที่เกิดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงมากกว่าการสอนในห้องเรียน ได้ฝึกการสังเกต ฝึกบันทึก ฝึกนำเสนอ ฝึกการฟัง ฝึกการตั้งคำถาม ฝึกการตั้งสมมติฐาน ฝึกออกแบบการทดลอง ฝึกการสรุปผลและอภิปรายผล สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ โดยผู้เรียนไม่รู้ตัวว่าได้ฝึกทักษะเหล่านี้ผ่านการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายการทำโครงการวิทยาศาสตร์ รู้สึกสนุกและตื่นเต้น มีความอดทน รอคอยผลการทดลองของตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มและครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ย่อมเป็นการปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปประเด็นจากการสะท้อนคิดในบันทึกอนุทินของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับความเห็นต่อรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังได้ดังนี้

“ผมรู้สึกว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไม่ได้ยากอย่างที่คิดครับ ทำให้ผมได้แสดงความคิดเห็น ได้ทำโครงการของผมตามแบบที่ผมต้องการ เมื่อมันไม่ถูกครูก็คอยปรับปรุงแก้ไขให้ได้ฝึกรอคอยผลจากการทดลองทำผิดทำถูก เมื่อเครื่องมันทำงานผมรู้สึกดีใจและตื่นเต้นครับ”

“ได้ฝึกคิด ฝึกนำเสนอ ฝึกการเขียนอย่างถูกหลักการ ได้ค้นคว้าในสิ่งที่ผมไม่รู้ ครูที่ปรึกษาไม่รู้ แต่สุดท้ายทั้งผมและครูก็ช่วยกันหาคำตอบ และผมได้ไปเที่ยวด้วยครับ”

“เมื่อร่วมกันคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ได้จริง เกิดความภูมิใจ สนุกกับการรอคอยหอนนกยักษ์ในการกิน โฟม”

นักเรียน

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปบันทึกอนุทินของนักเรียน ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4-21

แบบบันทึกการเรียนรู้		
วันที่	เดือน	พ.ศ.
ชื่อผู้เรียน <u>สม. ลีละ</u> <u>ชาย</u> <u>สีน้ำตาล</u> รหัส <u>สม.ล.ช.ร. 151</u>		
โรงเรียน <u>วิทยาลัยเทคโนโลยีโพธิ์ทอง</u>		
เรื่องที่เรียนรู้ <u>ศึกษาอนุทินของนักเรียน</u>		
เรียนรู้จาก		
แหล่งข้อมูล		
1. ท่านได้เรียนรู้อะไรบ้าง		
<u>ได้เรียนรู้ถึง การทำ โฟม จากวัสดุเหลือใช้ และจุดประสงค์ของการทำ โฟม เช่น ใช้ตกแต่งงาน ตกแต่งอาคาร และ ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ</u>		
2. ในการเรียนรู้ครั้งนี้ท่านมีความรู้สึก / ความคิดเห็นอย่างไร		
<u>มีความรู้สึกดี ที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับ โฟม และได้รู้ถึงประโยชน์ของ โฟม ในการนำมาใช้ประโยชน์ และ ยังสามารถนำวัสดุเหลือใช้ มาทำเป็น โฟม ได้</u>		
3. ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในครั้งนี้จะนำไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง		
<u>นำความรู้ที่ได้ไปใช้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</u>		
4. ในการเรียนรู้ครั้งนี้ท่านมีอุปสรรคหรือข้อสงสัยอะไรบ้าง		
-		
5. ในการเรียนรู้ครั้งนี้ท่านมีข้อเสนอแนะอย่างไร		
<u>อยากให้ใช้วัสดุเหลือใช้มากขึ้น และ ใช้วัสดุที่เหลือใช้มาทำโครงงาน</u>		

ภาพที่ 4-25 ตัวอย่างบันทึกอนุทินของนักเรียน

ผลที่เกิดกับตัวผู้ปกครอง จากการใช้กระบวนการเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือร่วมพลัง ในการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจ ได้สรุปผลการเรียนรู้ที่เกิดกับตัวผู้ปกครอง 2 ประเด็น

1. ผู้ปกครองเข้าใจในบทบาทของตัวเองมากขึ้นในการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านการให้คำปรึกษา การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ และการอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน
2. เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่คาดหวัง พบว่า ผู้ปกครองมีการติดตามนักเรียนทั้งจากผู้วิจัย และครูผู้ร่วมวิจัยเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และยังสอบถามถึงพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างที่อยู่วิทยาลัย สอบถามถึงการเข้าเรียนของนักเรียนในแต่ละรายวิชา ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้ปกครอง พบว่า ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในด้านความรับผิดชอบ ดังที่ผู้ปกครองสะท้อนว่า

“ผู้ปกครองให้ความสนใจ พูดคุยกับลูกมากขึ้น สอบถามเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และสังเกตถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปโดยนักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนมากกว่าเดิม แบ่งเวลาในการเล่นคอมพิวเตอร์น้อยลง แต่เป็นการค้นคว้างานในอินเทอร์เน็ต”

ผู้ปกครองนักเรียนช่างไฟฟ้ากำลัง

“ติดตามถึงการมาวิทยาลัยของลูกผ่านทางครูที่ปรึกษาโครงการ และคอยสอบถามความคืบหน้าของงานกับลูก ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเพาะเมล็ดงอกกับลูก โดยแนะนำแหล่งศึกษาดูงานให้รู้สึกว่าได้ว่าพูดคุยกับลูกมากกว่าเดิม”

ผู้ปกครองนักเรียนช่างอิเล็กทรอนิกส์

ผลที่เกิดกับครูผู้ร่วมวิจัย จากการใช้กระบวนการเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังในการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจ ได้สรุปผลการเรียนรู้ที่เกิดกับครูผู้ร่วมวิจัย 2 ประเด็น

1. ครูผู้ร่วมวิจัยได้รับความรู้และการแนะนำเกี่ยวกับการทำวิจัย และการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยครูได้เขียนหัวข้อโครงร่างของตนเองและพัฒนาต่อยอดจนสามารถนำไปประกวดและได้รับรางวัลการเขียนข้อเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมสายอาชีวศึกษา

2. ครูเข้าใจบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยได้ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นหาหัวข้อโครงการจนทำโครงการให้สำเร็จ เป็นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง ซึ่งครูและนักเรียนต้องร่วมมือร่วมใจกันแก้ปัญหาในระหว่างที่ทำโครงการ ดังที่ครูผู้สอนสะท้อนว่า

“ไม่เคยคิดว่าจะได้เป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มาก่อน เนื่องจากเป็นครูสายช่าง แต่เมื่อมาศึกษาและสอนนักเรียนแล้วรู้สึกว่าการช่างก็สามารถเป็นครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้”

“ครูผู้ร่วมวิจัย”

“ความสำเร็จของการสอนนักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์ ไม่ได้อยู่ที่การได้รับรางวัล แต่เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนและครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน”

ครูผู้ร่วมวิจัย

นำเสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

การนำเสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้ 1) แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ 2) องค์ประกอบของรูปแบบ ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล 3) คำแนะนำในการนำรูปแบบไปใช้ ประกอบด้วยเงื่อนไขการนำไปใช้ของรูปแบบ และข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปใช้

1. แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ

จากการศึกษาแนวคิดกระบวนการของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism learning theory) แนวคิดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-based learning: PjBL) แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาการบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary Integration) แนวคิดการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) แนวคิดการร่วมมือกันเรียนรู้ (Collaborative learning) แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา (Research and development) แนวคิดเกี่ยวกับวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mix methodology) แนวคิดเกี่ยวกับการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน โดยการสะท้อนคิดของครูผู้ร่วมวิจัย นักเรียน ปรับปรุงให้เหมาะสมตามกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง (Collaborative action research) โดยมีรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

2. ตัวรูปแบบ (องค์ประกอบ) ได้แก่

2.1 หลักการ

การเรียนรู้โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง คือการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นเองอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ด้วยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ผู้เรียนและครูมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ผ่านกิจกรรมที่เน้นการร่วมมือกันในการเรียนรู้

2.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหาโครงการ กระบวนการทำงาน และการนำเสนอผลงาน

2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบสำคัญของรูปแบบกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งจะนำไปสู่การปฏิบัติการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในการพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบมีลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.3.1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea)
- 2.3.2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)
- 2.3.3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)
- 2.3.4 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action)
- 2.3.5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)
- 2.3.6 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)
- 2.3.7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ (Revise general idea)

ขั้นตอนโดยละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพ
โครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (Initial idea)

เป็นการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้กำหนด
กิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

กิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ ประกอบด้วย 3 กิจกรรมย่อย

- การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำ
รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือ
รวมพลัง

- การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

- การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ

- การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)

เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์
โดยผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการวิทยาศาสตร์ โครงการวิชาชีพ
สิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ได้แก่

กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน (General plan)

เป็นการดำเนินการเพื่อให้ให้นักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้รับประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้
ต่าง ๆ ให้ครูผู้ร่วมวิจัยมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการวิจัย ประกอบด้วย

กิจกรรมส่งเสริมศักยภาพผู้ร่วมวิจัย

- โครงการศึกษา คูงานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการวิทยาศาสตร์

- โครงการศึกษา คูงานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่

- โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติการ (Implement action)

เป็นการดำเนินการจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ ประกอบด้วย

- กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมนำเสนอผลงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นติดตาม (Monitor implementation and effects)

เป็นการดำเนินการสรุปผลการเรียนรู้ โดยผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมประเมินผลที่เกิดกับตัวนักเรียน ผลที่เกิดกับผู้ร่วมวิจัย ซึ่งนักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันได้แก่

- กิจกรรมเรื่องเล่าระหว่างการเดินทาง

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหา (Reconnaissance)

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมวิเคราะห์สภาพปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา ได้รับความร่วมมือจากครูผู้ร่วมวิจัย โดยผู้ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมาย (Revise general idea)

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหา พบว่า ในการดำเนินกิจกรรมช่วงแรก ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัย ทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่

2.4 การวัดและประเมินผล

3. วิเคราะห์ผลคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ลักษณะ คือ

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบประเมินโครงการงาน

วิทยาศาสตร์โดยการให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric) โดยมีเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 25 คะแนน

1.1) ความแปลกใหม่ของปัญหาและการระบุตัวแปร

1.2) ความแปลกใหม่ของการออกแบบการทดลอง

1.3) การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ

1.4) การอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์

2) เนื้อหาโครงการงาน 25 คะแนน

2.1) องค์ประกอบการเขียนรายงานครบถ้วนสมบูรณ์

2.2) เนื้อหาการเขียนรายงานถูกต้องตามหลักวิชาการ

- 2.3) รูปแบบการเขียนรายงานเข้าใจง่าย
- 2.4) การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) กระบวนการ 25 คะแนน
 - 3.1) แสดงกระบวนการแก้ปัญหา
 - 3.2) แสดงการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
 - 3.3) ดำเนินการทดลองตามแบบแผน
 - 3.4) สรุปผลการทดลองตามวัตถุประสงค์
- 4) การนำเสนอผลงาน 25 คะแนน
 - 4.1) ความสมบูรณ์ของเนื้อหาครบถ้วน
 - 4.2) คุณภาพของสื่อ ทำให้มีความเข้าใจได้ง่าย
 - 4.3) วิธีการนำเสนอได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.4) การตอบคำถามบ่งชี้ถึงการมีความรู้ ความเข้าใจ

ผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัย
ปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังดังนี้



ภาพที่ 4-26 รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการสอน โครงงานวิทยาศาสตร์แบบสหวิทยาการ ตามแนวคิดการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
3. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 การศึกษาเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยศึกษาในครั้งนี้คือ 1) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต สถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน 2) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 26 คน 3) ผู้ปกครองนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 829 คน กลุ่มที่ 2 การศึกษาเชิงคุณภาพประกอบด้วย 1) นักเรียนวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จำนวน 15 คน 2) ครูวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่จำนวน 10 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ฉบับ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 1 ฉบับ

วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และลักษณะการแจกแจงตัวแปร โดยเสนอเป็นค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ใน โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้โปรแกรมลิสเรล

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ตัวแปรบทบาทของผู้ปกครอง พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรบทบาทของผู้ปกครองทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การให้คำปรึกษา การแนะนำสื่อ วัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ การอำนวยความสะดวก มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.63 ถึง 0.88 ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.80 ถึง 0.87 ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบของตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.53 ถึง 0.73 ตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.82 ถึง 1.00 ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.71 ถึง 0.82 ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ทั้ง 3 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.77 ถึง 0.87 ตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.67 ถึง 0.92 ตัวแปรคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ องค์ประกอบของตัวแปรคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน ระหว่าง 0.84 ถึง 0.90

2. การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงาน

วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูล

เชิงประจักษ์และตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ 52.00

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงด้านบทบาทของ
ผู้ปกครอง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านแรงจูงใจ
ใฝ่สัมฤทธิ์ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางบวก เท่ากับ
.097, .063, .120, .140 และ .666 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้รับอิทธิพล
ทางตรงจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ มีขนาด
อิทธิพลทางลบ เท่ากับ -.129 และ -.097 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาท
ของผู้ปกครอง ด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านจิตวิทยาศาสตร์ และด้านบทบาทครู
ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกเท่ากับ .010, .090, .108 และ .010
ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงด้าน
ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบ เท่ากับ -.097 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05

ตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการ
วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์
โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณา
ได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 1482.37; p มีค่าเท่ากับ .000 ที่องศาอิสระเท่ากับ 744 ค่า $\chi^2/df =$
1.992 ค่า CFI มีค่าเท่ากับ .98 ค่า GFI มีค่าเท่ากับ .92 ค่า AGFI มีค่าเท่ากับ .91 และค่าดัชนีรากกำลังสอง
เฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.035 ค่าสัมประสิทธิ์
การพยากรณ์ตัวแปรตาม คือ คุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีค่าเท่ากับ 0.520 แสดงว่า ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบาย
ความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ 52.00

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า
ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงด้านบทบาทของ
ผู้ปกครอง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านแรงจูงใจ

ไฟล์สัมฤทธิ์ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางบวก เท่ากับ 0.097, 0.063, 0.118, 0.149 และ 0.669 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางลบ เท่ากับ -0.133 และ -0.098 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ พบว่าตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง ด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกเท่ากับ 0.015, 0.098 และ 0.008 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงด้านด้านแรงจูงใจไฟล์สัมฤทธิ์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบ เท่ากับ -0.032 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ขึ้นกำหนดแสวงหาความร่วมมือ เป็นการดำเนินการเพื่อให้ทราบถึงความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

กิจกรรมแสวงหาความร่วมมือ ประกอบด้วย 3 กิจกรรมย่อย

- การประชุมผู้บริหาร ครู และบุคลากรทางการศึกษาเพื่อชี้แจงการดำเนินการจัดทำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลัง

- การประชุมงานวิจัยพัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์

- การรับสมัครนักเรียนเข้าร่วมโครงการ

- การประชุมชี้แจงผู้ปกครองนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

ขั้นตอนที่ 2 ขึ้นวิเคราะห์สภาพปัญหาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อคุณภาพของโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัย ครูผู้ร่วมวิจัยได้รวบรวมสาเหตุที่ส่งผลต่อโครงการงานวิทยาศาสตร์ โครงการวิชาชีพ สิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ได้แก่ กิจกรรมวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมกำหนดทางเลือกเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขึ้นกำหนดแผนงาน เป็นการดำเนินการเพื่อให้ให้นักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้รับประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้ครูผู้ร่วมวิจัยมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการวิจัย ประกอบด้วย

กิจกรรมส่งเสริมศักยภาพผู้ร่วมวิจัย

- โครงการศึกษา คุณานสถานศึกษาที่มีผลงานด้านโครงการงานวิทยาศาสตร์
- โครงการศึกษา คุณานการแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่
- โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครู โดยการเสริมสร้างทักษะการวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 ขึ้นปฏิบัติตามแผนงาน เป็นการดำเนินการจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ และดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ ประกอบด้วย

- กิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์
- กิจกรรมแสดงผลงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขึ้นกำกับ ติดตาม ดูแลการปฏิบัติเป็นการดำเนินการสรุปผลการเรียนรู้ โดยผู้ร่วมวิจัยได้ร่วมประเมินผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ผลที่เกิดขึ้นกับผู้ร่วมวิจัย ซึ่งนักเรียนและครูผู้ร่วมวิจัยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 6 ขึ้นวิเคราะห์สำรวจข้อบกพร่องจากการปฏิบัติที่ผ่านมา

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมวิเคราะห์สภาพปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา ได้รับความร่วมมือจากครูผู้ร่วมวิจัย โดยผู้ร่วมวิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาของการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมา ผู้วิจัยนำเสนอผลการจัดกิจกรรมดังนี้

จากการปฏิบัติกิจกรรมที่ผ่านมาพบว่าในขั้นตอนการเขียนโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ดังนั้นในช่วงการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มครูที่ปรึกษาต้องคอยดูแลเพื่อให้การทำโครงการอยู่ในเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 7 ขึ้นทบทวนจุดมุ่งหมาย

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาพบว่าการดำเนินกิจกรรมช่วงแรกใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ดังนั้นผู้วิจัยและครูผู้ร่วมวิจัยทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่ โดยต้องดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ให้เสร็จทันตามระยะเวลาทุกโครงการงาน

อภิปรายผล

การอภิปรายผลงานวิจัย ผู้วิจัยอภิปราย 4 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา

สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า ตัวแปรบทบาทผู้ปกครอง ตัวแปรบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ตัวแปรทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ ตัวแปรแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ตัวแปรบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์

ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ เนื่องมาจากในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพนั้น ต้องได้รับการสนับสนุนหลายอย่างนอกจากตัวนักเรียนแล้ว ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้ปกครอง และการสนับสนุนจากสถานศึกษาด้วนมีผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น สอดคล้องกับศศิธร ศรีแวงเขต (2550, หน้า 85) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง ตัวแปรปัจจัยด้านผลสัมฤทธิ์ (GPA) บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ บทบาทของผู้ปกครอง แหล่งการเรียนรู้ เจตคติต่อโครงการวิทยาศาสตร์ กับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .722 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .522 ซึ่งแสดงว่าตัวแปรปัจจัย ทั้ง 5 ตัวแปรร่วมกันอธิบายคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ได้ร้อยละ 52.00

2. การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ผลการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์และตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ 52.00 ตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวแปรในโมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ร้อยละ 52.00

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรแฝงคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงด้านบทบาทของผู้ปกครอง มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.097 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 บทบาทผู้ปกครองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้ปกครองมีความเอาใจใส่ดูแล และคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนทำงานที่ไม่ถนัดและต้องการความช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนต้องการที่จะไปศึกษาค้นคว้านอกสถานที่ผู้ปกครองจะต้องคอยสนับสนุนเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครองให้มีความคุ้นเคย มีความสนิทสนมกันมากขึ้น เป็นการพัฒนารูปแบบที่ดีระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครอง (ศศิธร ศรีแวงเขต, 2550) และสอดคล้องกับลัดดา ภู่เกียรติ (2552) กล่าวว่า ครูพี่เลี้ยงหรืออาจารย์ที่ปรึกษาว่า เป็นผู้ที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกในการดูแลการทำโครงการของเด็ก ๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการ

ในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา ครูที่เลี้ยงจะต้องเป็นมากกว่าการให้คำปรึกษา ในบางครั้งเวลาอาจต้องเข้าไปช่วยแก้ปัญหา ร่วมวางแผนในการทำงาน การตัดสินใจหรือกระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่องและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิด เมื่อพบว่านักเรียนในความดูแลเกิดความท้อแท้ ครูที่เลี้ยงจะต้องเป็นที่พึ่งให้นักเรียนตั้งแต่วันแรกที่เริ่มโครงการจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการทำโครงการ ที่สำคัญที่สุด คือ ครูที่เลี้ยงทั้งหลายจะต้องมีความเสียสละอย่างสูง ทั้งนี้เพราะต้องอุทิศเวลาให้กับการทำโครงการของนักเรียนตลอดระยะเวลาการดำเนินงานของเขาเพื่อคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจ ช่วยเหลือ แนะนำให้เขาประสบความสำเร็จกับงานนั้น ๆ

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.063 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่เกิดจากการฝึกฝน ความคิดอย่างมีระบบเพื่อให้เกิดทักษะทางสติปัญญาและสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (จันทนา สอนกองแดง, 2550) และสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน โครงการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ รู้จักใช้ความคิด รวมทั้งเรียนรู้การผสมผสานทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (ปญญญา โกศลสิริพจน์, 2547) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะมี ความสำคัญในการเป็นเครื่องมือสำหรับการแสวงหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์แล้ว ยังนำไปสู่การพัฒนาให้บุคคลรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล แสวงหาความรู้อย่างมีระบบ รวมทั้งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลการพัฒนาทักษะทางความคิดขั้นสูง ไม่ว่าจะเป็น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาด้วย (Karsil, 2009)

ด้านผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.118 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้วมีความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.149 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การที่นักเรียนมีความตั้งใจและพยายามที่จะกระทำโครงการให้เสร็จและประสบความสำเร็จ ตามมาตรฐานความเป็นเลิศที่ตนเองตั้งใจ

ด้านบทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.669 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามลำดับ บทบาทครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนนั้น ครูเป็นผู้ให้การปรึกษาหรือสนับสนุนในการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยระหว่างการทำโครงการวิทยาศาสตร์นั้นทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนทำให้นักเรียนมีความสนิทสนมกับครู กล่าวพูดกล้าคุยซักถาม กล้าแสดงออกและแสดงความคิดเห็น สอดคล้องกับลัดดา ภูเกียรติ (2552) และ ศศิธร ศรีแวงเขต (2550) ได้กล่าวเกี่ยวกับบทบาทของครูที่เลี้ยงหรืออาจารย์ที่ปรึกษาว่า เป็นผู้ที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกในการดูแลการทำโครงการของเด็ก ๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา ครูที่เลี้ยงจะต้องเป็นมากกว่าการให้คำปรึกษา ในบางครั้งบางเวลาอาจต้องเข้าไปช่วยแก้ปัญหา ร่วมวางแผนในการทำงาน การตัดสินใจหรือกระตุ้นเตือนเมื่อพบข้อบกพร่องและให้กำลังใจอย่างใกล้ชิดเมื่อพบว่านักเรียนในความดูแลเกิดความท้อแท้ ครูที่เลี้ยงจะต้องเป็นที่พึ่งให้นักเรียนตั้งแต่วันแรกที่เริ่มโครงการจนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการทำโครงการ ที่สำคัญที่สุดคือ ครูที่เลี้ยงทั้งหลายจะต้องมีความเสียสละอย่างสูง ทั้งนี้เพราะต้องอุทิศเวลาให้กับการทำโครงการของนักเรียนตลอดระยะเวลาการดำเนินงานของเขาเพื่อคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจ ช่วยเหลือ แนะนำให้เขาประสบความสำเร็จกับงานนั้น ๆ

ได้รับอิทธิพลทางตรงจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ มีขนาดอิทธิพลทางลบ เท่ากับ -0.133 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นไม่ได้เป็นการเรียนรายวิชาโครงการวิทยาศาสตร์ แต่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานเพื่อพัฒนาทักษะชีวิต โดยในการจัดการเรียนการสอนนั้นครูผู้สอนจะมอบหมายให้นักเรียนรวมกลุ่มตามความสมัครใจ แล้วดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ และกำหนดส่งภายในระยะเวลาที่กำหนด การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงไม่ได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ในเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่เป็นการทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามความสนใจของนักเรียนที่รวมกลุ่มกันทำนอกเวลาเรียน โครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำจึงไม่ได้เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ที่ทำในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องรวมกลุ่มและศึกษา ค้นคว้า และดำเนินการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ในเวลาว่าง โดยสามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลาที่นักเรียนในกลุ่มจะสามารถมารวมกลุ่มกันในเวลาว่างหลังจากเลิกเรียน ซึ่งอาจเป็นบริเวณหน้าห้องเรียน ที่นั่งหน้าอาคารเรียน ไม่ได้ทำเฉพาะในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หรือห้องปฏิบัติการ หรือบางโครงการอาจทำที่โรงฝึกงานของนักเรียน ทำที่บ้านของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ให้ความสนใจกับบรรยากาศที่ส่งเสริมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ แต่มุ่งสนใจต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้สำเร็จตามเวลาที่กำหนด และหากเกิดข้อสงสัยใดในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะมาปรึกษาครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในห้องพักครู นักเรียนจึงไม่ได้เกิดการเรียนรู้ภายใต้บรรยากาศที่ครูจัดไว้

ด้านจิตวิทยาศาสตร์มีขนาดอิทธิพลทางลบ เท่ากับ -0.098 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $.05$ จิตวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกรณีที่นักเรียนจะเกิดจิตวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องได้รับการฝึกฝนมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง หากไม่ได้รับการฝึกฝนที่ต่อเนื่องอาจทำให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับนพมณี เชื้อวชิรินทร์ (2557) กล่าวว่าจิตวิทยาศาสตร์จะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลว่าเขาอยู่ในระดับ ความฉลาด ความสามารถในการคิดหาเหตุผล ระดับการศึกษา และการได้รับการฝึกฝนอบรม มากน้อยเพียงใด และ นัจรี สิมมารุณ (2559) พบว่าแนวทางในการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ผู้สอน สามารถทำให้จิตวิทยาศาสตร์เกิดไปพร้อมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยพยายามให้ผู้เรียนได้นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวปฏิบัติในการเรียนรู้ เริ่มต้นจากการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และสรุปผล พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการฝึกปฏิบัติอันจะก่อให้เกิดจิตวิทยาศาสตร์ในขณะเรียนอย่างเต็มที่ มีการสอดแทรกคำถามให้คิดให้ตระหนักถึงความสำคัญอย่างต่อเนื่อง ว่าในแต่ละขั้นตอนใดของการศึกษาความรู้ที่มีลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง ตลอดจนเสนอแบบอย่างของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ซาบซึ้ง และอาจเกิดการเลียนแบบในการปฏิบัติได้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาครุผู้สอนอาจไม่ได้พัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ในระหว่างการจัดการเรียนการสอน จึงส่งผลให้จิตวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ พบว่า ตัวแปรแฝงคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงปัจจัยด้านบทบาทของผู้ปกครอง ด้านบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ และด้านบทบาทครูที่ปรึกษา หน่วยงานวิทยาศาสตร์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกเท่ากับ 0.015 , 0.098 และ 0.008 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากตัวแปรแฝงด้านด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีขนาดอิทธิพลทางอ้อมเชิงลบ เท่ากับ -0.032 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$

3. การพัฒนารูปแบบการสอนจากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์

รูปแบบการสอนจาก โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นแสวงหาความรู้ร่วมมือ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สภาพปัญหาคุณภาพ หน่วยงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นกำหนดแผนงาน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นปฏิบัติตามแผนงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นกำกับ ติดตาม ดูแลการปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสำรวจข้อบกพร่องที่ผ่านมา

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นทบทวนจุดมุ่งหมายใหม่

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมุ่งเน้นเพื่อเสริมสร้างคุณภาพ โครงการงานวิทยาศาสตร์ ดังนั้นรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการแบบร่วมมือรวมพลังที่สร้างและพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพโครงการงานวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ มินวงษ์ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ประกอบด้วย 3 ระยะ คือระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) มี 2 ขั้นตอนย่อย คือ 1.1) ขั้นเร้าความสนใจ 1.2) ขั้นทบทวนประสบการณ์ ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project creation) มี 4 ขั้นตอนย่อย คือ 2.1) ขั้นระบุปัญหา 2.2) ขั้นสรุปผล และระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation) และสอดคล้องกับศิริรักษ์ บุญประเสริฐ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1) ความเป็นมาและความสำคัญ 2) แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง 3) หลักการของรูปแบบ 4) จุดประสงค์ของรูปแบบ 5) กระบวนการของรูปแบบ 6) การวัดและประเมินผล ซึ่งกระบวนการของรูปแบบประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (I5 หรือ 5ส) ขั้นที่ 1 (I1; 1ส) สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 (I2; 2ส) สร้างความคิด ขั้นที่ 3 (I3; 3ส) สืบหาความจริง ขั้นที่ 4 (I4; 4ส) สรุปความรู้ ขั้นที่ 5 (I5; 5ส) สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อเผยแพร่ และสอดคล้องกับสัมฤทธิ์ ทองพัฒน์ (2556) ได้พัฒนากระบวนการสอนโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการเรียนแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของเว็บไซต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีขั้นตอนกระบวนการ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมโครงการ 2) การฝึกทบทวนกระบวนการคิด 3) ลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ 4) นำแสดงและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ 5) ปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน 7) ประเมินผล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ในการนำรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุผลตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1.1 ในการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ครูผู้สอนในฐานะที่เป็นผู้ใช้รูปแบบ ควรทำความเข้าใจและให้ความสำคัญในประเด็นต่อไปนี้ เพื่อให้การใช้รูปแบบดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.1 ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจรูปแบบ เอกสารประกอบการใช้รูปแบบ ให้เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมดำเนินไปอย่างราบรื่น

1.1.2 ครูผู้สอนพึงเข้าใจในบทบาทของผู้สอนว่าเป็นเพียงผู้ที่คอยช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพ ในตนเองได้อย่างสูงสุด

1.1.3 ก่อนการจัดกิจกรรมตามรูปแบบ ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจและสร้างความตระหนักให้กับนักเรียนให้เห็นความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนเห็นความสำคัญและร่วมทำกิจกรรมอย่างมีความหมายและทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจ

1.1.4 ในการจัดกิจกรรมตามรูปแบบ ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการแนะนำ การทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจแนวปฏิบัติและบทบาทของตนเองในการเรียนรู้และ ทำกิจกรรม

1.1.5 ครูผู้สอนควรสร้างความตระหนักให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการสะท้อน ผลการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้น ที่จะปฏิบัติกิจกรรมในขั้นตอนนี้อย่างมีความหมาย

1.1.6 ในการสะท้อนผลการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมนั้น ครูควรต้องอธิบาย การสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นกรอบให้นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายในการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อนำความรู้มาเป็นแนวในการกำหนดหัวข้อ โครงงานวิทยาศาสตร์ที่มี คุณภาพ

1.1.7 ในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมจัดทำโครงร่างโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยฝึกให้ นักเรียนจัดทำโครงร่าง โดยนักเรียนต้องกำหนดสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนด และควบคุมตัวแปร ออกแบบวิธีการทดลอง ดำเนินการทดลอง อภิปรายและสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งอาจเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนเนื่องจากนักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกปฏิบัติมาก่อน ดังนั้น ในกิจกรรมนี้ ครูต้องตรวจสอบ ให้คำแนะนำ แก้ไขปรับปรุงโครงร่างให้กับนักเรียน เนื่องจาก นักเรียนอาจเกิดความท้อแท้ในการเขียนโครงร่าง ซึ่งนักเรียนอาจยกเลิกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1.1.8 ในขั้นปฏิบัติกิจกรรม (Implement action) บางกิจกรรมค่อนข้างใช้เวลามาก กับการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ในการทดลอง ซึ่งแต่ละโครงงานใช้เวลาในการทำไม่เท่ากัน ครูควรมี การสอบถามความคืบหน้าการทำโครงงานเป็นระยะ ๆ

1.2 ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับผู้ปกครองของนักเรียนถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงการ หากผู้ปกครองไม่สามารถเข้าร่วมการประชุมได้ ครูอาจติดต่อผู้ปกครองโดยใช้โทรศัพท์ ไลน์ หรือเฟสบุ๊ก เพื่อให้ผู้ปกครองได้ตระหนักถึงความสำคัญในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.3 ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจและขอความร่วมมือจากครูผู้ร่วมวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และชี้แจงในสิ่งที่ครูผู้ร่วมวิจัยจะได้รับ คือ การร่วมถือสิทธิ์ของผลงาน สามารถนำผลงานที่เกิดขึ้นไปพัฒนาต่อยอดได้

1.4 ในการใช้รูปแบบการสอนนี้ รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนที่ชัดเจน ซึ่งการนำรูปแบบไปใช้นั้นสามารถยืดหยุ่นในส่วนของเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมขึ้นอยู่กับบริบทของสถานศึกษาที่นำรูปแบบไปใช้ โดยผู้สอนอาจปรับกิจกรรมการศึกษาตามแหล่งเรียนรู้ที่อยู่ใกล้กับสถานศึกษา

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำปัจจัยเชิงสาเหตุสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง โดยทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

2.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับทักษะการทำวิจัยของครูหลังจากการใช้รูปแบบการสอนโครงการวิทยาศาสตร์โดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

2.3 ควรศึกษาเปรียบเทียบการนำรูปแบบการสอนนี้ไปทดลองใช้กับวิทยาลัยอาชีวศึกษาเอกชน ที่เปิดการเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.4 ควรนำรูปแบบการสอนนี้ไปทดลองใช้กับสาขาวิชาอื่น เช่น พณิชยกรรม คหกรรม เกษตรกรรม เป็นต้น แล้วปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบทของสาขาวิชา

2.5 ควรศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาคุณภาพสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมของนักเรียนโดยกระบวนการวิจัยแบบร่วมมือรวมพลัง

บรรณานุกรม

- กฤษณา พรจันทร์. (2551). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง โดยวิธีวิเคราะห์อภิมาน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- กรมวิชาการ. (2544). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด “โครงการ”. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). เอกสารประกอบการพัฒนาหลักสูตรพัฒนาผู้นำการเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับการกระจายอำนาจสำหรับผู้บริหารการศึกษาและผู้บริหารสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คณะรัฐมนตรีและราชกิจจานุเบกษา.
- กฤษณา ศรีรุณ. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2548). สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กึ่งทอง ไบหยก. (2544). การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). จอมปราชญ์นักการศึกษา: สังเคราะห์ วิเคราะห์ และประยุกต์แนวพระราชดำริด้านการศึกษาและพัฒนาคน. กรุงเทพฯ: ด้านสุชาการพิมพ์.
- จันทนา สอนทองแดง. (2550). ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบ โครงงานที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ชาย โพธิ์สิตา. (2552). ศาสตร์และศิลป์แห่งการวิจัยเชิงคุณภาพ. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชาติรี ตำราญ. (2544). วิจัยในชั้นเรียนสำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2544). บรรยากาศในชั้นเรียนและการจูงใจนักเรียน. วารสารวิชาการ, 2(4), 42-53.

- ฐานุตรา จัง และสถาพร วรณชนวิจารณ์. (2556, มีนาคม-เมษายน). ครูที่ปรึกษาโครงการนั้นสำคัญอย่างไร. *นิตยสาร สสวท.*, 41(181), 44-44.
- เดิมศักดิ์ คทวนิช. (2550). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ไทรภพ เทียบพิมพ์. (2557). *โครงการวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ.
- ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม*, 8(1), 85-102.
- ณัฐญา อัมรินทร์. (2556). *วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต*. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- ณัฐวดี วังสินธ์. (2553). *ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของข้าราชการครู สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายโสธร เขต 1: การวิเคราะห์เส้นทาง*. ยโสธร: โรงเรียนมหาษณะชัยวิทยาคม.
- ทวิทชัย สุธชาฎา. (2550). *การพัฒนาแบบวัตจิตวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ทวีศิลป์ สารแสน. (2543). *ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องด้านครูผู้สอนกับความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคุฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ทิสนา แยมมณี. (2545). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แยมมณี. (2548). *การจัดเรียนรู้โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้: หลักการแนวทาง และวิธีการ*. ใน *การเรียนการสอน โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทิสนา แยมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 12)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรภัทร์ เจริญดี. (2542). *การศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ เขตการศึกษา 11*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). *การวิจัยปฏิบัติการ*. อุบลราชธานี: ขงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป.

- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *สถิติการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพมณี เชื้อวชิรินทร์. (2557). จิตวิทยาศาสตร์และปัจจัยที่สัมพันธ์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในจังหวัดชลบุรี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 25(1), 89-103.
- นัจรีภรณ์ สิมมารุณ. (2559). *การพัฒนาโปรแกรมสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ ความสามารถในการวิเคราะห์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยบูรณาการการประเมินตามสภาพจริง: การวิจัยผลานวิธี*. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิตยา สิทธิเสื่อ. (2553). *ผลของการเสริมสร้างพลังแห่งตนตามทฤษฎีโปรแกรมภาษาประสาทสัมผัสที่มีต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านทับช้าง จังหวัดนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- นิลวรรณ เกษมโสชน์. (2552). *การพัฒนาชุดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1*. สารนิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิพนธ์ วรรณเวช. (2552). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรครุ 5 ปี ระดับปริญญาตรี ของคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มตะวันตก*. ราชบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- นุชรีย์ แนวเจลิยว. (2552). *ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นวพร ชลาธิกษ์. (2558, พฤษภาคม-กรกฎาคม). บทบาทของครูกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 9(1), 64-71.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2545). *การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดและวิธีการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- บุรชัย ศิริมหาสาร. (2548). *ค่ายการเรียนรู้แบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: บิ๊ก พอยท์.

- ปริญญญา โกศลสิริพจน์. (2547). *การวิจัยและพัฒนากิจกรรมและเทคนิคการประเมินความต้องการจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร. (2542). *เทคนิคการสอนและการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2547). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ประเวศ วะสี. (2555). จุดเปลี่ยนมหาวิทยาลัยไทย-จุดเปลี่ยนประเทศไทย. *โพสต์ทูเดย์*, 10(3463), 2.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2558). *การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-based learning)*. กรุงเทพฯ: MAC Education.
- พัดดาวน นาใจแก้ว. (2555). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556). *ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน: ครูทุกคนทำได้ไม่ยาก* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดและเทคนิคและเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี. (2549). *การสอนคิดด้วยโครงการ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2555). *หลักการสอนแบบเน้นการวิจัย (Research-based teaching) ในระดับอุดมศึกษา*. ใน *การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทพล นันดาวีราช. (2551). *แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ที่สนใจต่อการออกกำลังกาย และความเชื่อภายในตอนที่พยากรณ์พฤติกรรมออกกำลังกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการให้คำปรึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์(3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่ง แก้วแดง. (2542). *ปฏิวัติการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: มติชน.

- รุจิราพร รามศิริ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต, สาขาหลักสูตร และการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *ปรัชญาวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และเปรมฤดี บริบาล. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักศึกษา พยาบาล วิทยาลัยบรมราชชนนี อุตรธานี. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข*, 22(1), 98-108.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). *โครงการเพื่อการเรียนรู้: หลักการและแนวการจัดกิจกรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). *การสอนแบบโครงการและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูทำได้*. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพริ้นติ้ง.
- วรลักษณ์ จันทน์ผา. (2545). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณดี สุทธินรากร. (2556). *การวิจัยเชิงคุณภาพ: การวิจัยในกระบวนการทัศน์ทางเลือก*. กรุงเทพฯ: สยามปริทัศน์.
- วรรณดี สุทธินรากร. (2560). *การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงและการวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: สยามปริทัศน์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ*. กรุงเทพฯ: สถาบันคุณภาพวิชาการ (พว.).
- วันฐิยา ไชยลา. (2550). *การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และ แบบการเรียนต่างกัน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติ ทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วัลย์รัตน์ จันทรวงศ์ และจากรัตน์ เชาว์เลิศ. (2549). *โครงการวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาการ (2535).

- วาชิณี บุญญาพวงศ์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พืชและสัตว์ ทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครราชสีมา.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2554, มกราคม-เมษายน). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา
คุณภาพผู้เรียนสู่สังคมแห่งคุณธรรม ภูมิปัญญา และการเรียนรู้. วารสารวิชาการ
บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 6(15), 11-30.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- ศิริพร ชีปนวัฒนา. (2553). การออกแบบและจัดการเรียนรู้. เชียงใหม่: คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริรักษ์ บุญประเสริฐ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการเพื่อเสริมสร้าง
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาช่างอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการศึกษา
และการเรียนรู้, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ศศิธร ศรีแวงเขต. (2550). ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ. (2558). ข้อกำหนด กติกาและเกณฑ์มาตรฐาน
การตัดสินการประกวด โครงการวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2559. กรุงเทพฯ:
ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพศึกษาภาคเหนือ.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและกำลังคนอาชีพศึกษา. (2558). รายงานความต้องการตลาดแรงงาน.
กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่ การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตคู่มือชั้น ชัฟฟลายส์.
- สมเกียรติ พรวิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *วารสาร ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 8(2), 28-38.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- สัมฤทธิ์ ทองพัฒน์. (2556). *การพัฒนากระบวนการสอน โครงการงาน โดยวิธีการเรียนแบบผสมผสาน เพื่อส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของเว็บไซต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้อและ สื่อสารมวลชน, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- ลีปนันท เกตุทัต. (2555). *จากอดีตและปัจจุบันสู่อนาคตของการปฏิรูปการศึกษาไทย: สังคมแห่ง ปัญญาและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ลีลา มะเล็ง. (2547). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโครงการของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- สุพล วังสินธุ์. (2543, เมษายน). การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ. *วารสารวิชาการ*, 3(4), 9-13.
- สุภัก พรหมวงษ์. (2553). *แบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการคิดกับ จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา จิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สุรงค์ ไล่วตระกูล. (2550). *จิตวิทยาทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒนา สุวรรณเขตนิกม. (2552). *เส้นทางสู่การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2553). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 14)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). *แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบราชการ พ.ศ. 2548-2551*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ. (2551). *รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550*. กรุงเทพฯ: สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญ.

- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2556). *คู่มือการจัดการเรียนรู้วิชาชีวศึกษาแบบโครงงานเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning: PjBL)*. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- อารี พันธุ์ณี. (2545). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนรู้การสอน*. กรุงเทพฯ: ไชยใหม่ ศรีเอทีพี กรุ๊ป.
- อัญญา บุญสุข. (2553). *ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- อภิญา หิรัญวงษ์ และคณะ. (2545). *ปัจจัยเชิงสาเหตุของผลผลิตภาพของนักการศึกษาสาขาอาชีวศึกษาในระดับอุดมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Boudourides, M. A. (1998). *Constructivism and education: A shopper's guide*. Retrieved from <http://www.math.upatras.gr/~mboudour/articles/constr.html>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning conducting and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston: Pearson Education.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (1991). *The systematic design of instruction* (4th ed.). New York: Longman.
- Eysenck, H. J., & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of psychology*. London: Search Press.
- Ebbutt, D. (1985). *Education action Research: Some general concern and specific quibbles*. Issues in Education Research Qualitative Methods. Great Britain: Taylor&Frensic Ltd.
- Ebbutt, D. (1985) Educational action research: some general concerns and specific quibbles. In R. Burgess (Ed.), *Issues in educational research: qualitative methods*. Lewes: Falmer.
- Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Buckingham: Open University Press.
- Freeman, D. (1998). *Doing teacher-research: From inquiry to understanding*. Canada: Heinle & Heinle.
- Gardner. R. C., & Lambert, W. E. (1975). *Attitude and motivation in second language learning*. Rowly Mass: Newbury House.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.

- Hopkins, D. (1985). *A teacher's guide to classroom research*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Joyce, B., & Weil, M. (2004). *Models of teaching* (8th ed.). New York: Alyn and Bacon.
- Lawrenz, F. (1976). Student perception of the classroom learning environment in biology, chemistry, and physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 13, 315-323.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Sciences*, 2, 34-36.
- Kamp J. E., Morrison, G. R., & Ross, S. M. (1994). *Designing effective instruction*. New York: Macmillan College.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1992). *The action research planner*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Knight, S. L., Wiseman, D. L., & Cooner, D. (2010). Using collaborative teacher research to determine the impact of professional development school activities on elementary students' math and writing outcomes. *Action Research in Education*, 3, 158-175.
- McClelland, D. C. et al. (1953). *The achievement motive*. New York: Appleton Century Crofts.
- Mehrens, W. (1976). *A Measurement and evaluation and psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- McKernan, J. (1991). *Curriculum action research*. London: Kogan Page.
- McNiff, J. (2002). *Action research for professional development*. Retrieved from <http://www.jeanmcniff.com/booklet1.html>
- Ott, J. (1976). *Health and light*. New York: Pocket Books.
- Perkin, D. N. (1984). Creativity by design. *Educational Leadership*, 42(1), 18-25.
- Sagor, R. (2005). *The action research guidebook: A four-step process for educators and school teams*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Winter, R. (1989). *Learning from experience*. London: Falmer Press.
- Winter, R. (1996). Some principles and procedures for the conduct of action research. In O. Zuber-Skerritt (Ed.), *New directions in action research* (pp. 13-27). Bristol: Falmer Press.
- Zuber-Skerritt, O. (1996). *New directions in action research*. London: The Falmer Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือ

- | | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.เกียรติสุดา ศรีสุข | ตำแหน่ง คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ หาญวงศ์ | ตำแหน่ง รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ฝ่าย
พัฒนานักศึกษาและส่งเสริมความเป็นผู้นำ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศันตณี คุณชยางกูร | ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาเทคนิคการศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 4. ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร | ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์และ
วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 5. ดร.เสกสรร ศรีแสง | ตำแหน่ง ครูโรงเรียนบ้านห้วยหมื่นศรีสวัสดิ์
อำเภอป่าเย้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน |

ภาคผนวก ข

รายชื่อสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 จากสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดังนี้

1. วิทยาลัยเทคนิคพะเยา
2. วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่
3. วิทยาลัยเทคนิคปراجินบุรี
4. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
5. วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ทึบ
6. วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
7. วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี
8. วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู
9. วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
10. วิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร
11. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกหนองจอก
12. วิทยาลัยพณิชยการอินทราชัย

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ตารางภาคผนวก ค-1 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
1. ด้านความสนใจใฝ่รู้			
1	นักเรียนมีความใส่ใจ ฟังพอใจ และมีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อยู่เสมอ	1.00	เหมาะสม
2	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทดลอง หรือค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบในสิ่งที่สงสัย	1.00	เหมาะสม
3	นักเรียนมีความพยายามที่จะค้นหาคำตอบเพื่อแก้ไขข้อสงสัย	1.00	เหมาะสม
4	นักเรียนพูดคุย ซักถาม ฟัง และอ่านเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ อยู่เสมอ	1.00	เหมาะสม
5	นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ความรู้ที่ชัดเจนมากขึ้น	1.00	เหมาะสม
2. ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
6	นักเรียนมีความพึงพอใจ และตั้งใจที่จะใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง	1.00	เหมาะสม
7	นักเรียนเห็นว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสำคัญต่อการพัฒนาผลงานทางวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
8	นักเรียนกล้าที่จะริเริ่มทำสิ่งใหม่ ๆ ที่สร้างสรรค์ แม้ว่าจะเสี่ยงที่จะล้มเหลว	1.00	เหมาะสม
9	เมื่อมีสถานการณ์ปัญหา วิธีการที่นักเรียนคิดแก้ปัญหา มักจะไม่ซ้ำกับคนอื่น ๆ	1.00	เหมาะสม
10	นักเรียนเห็นว่า การใช้จินตนาการในการแก้ปัญหา หรือคิดสร้างสรรค์ผลงาน จะทำให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้งขึ้น	1.00	เหมาะสม
3. ด้านความยินดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น			
11	นักเรียนเห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น	0.60	เหมาะสม
12	นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความเต็มใจ	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
13	นักเรียนรู้สึกพอใจ และเห็นความสำคัญของการทำงานเป็นทีม สามารถปฏิบัติงานให้สำเร็จได้ตามเป้าหมาย	0.60	เหมาะสม
14	นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม	0.80	เหมาะสม
15	นักเรียนรู้จักขอความร่วมมือ และให้ความร่วมมือในการทำงานในกลุ่ม	0.60	เหมาะสม
4. ด้านความมีเหตุผล			
16	นักเรียนรู้สึกพอใจ เต็มใจ และต้องการทำงานในกลุ่มที่เห็นความสำคัญ และยึดหลักเหตุและผลในการทำงาน	1.00	เหมาะสม
17	นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล	1.00	เหมาะสม
18	นักเรียนเห็นความสำคัญ ของการใช้หลักเหตุและผลในการคิดแก้ปัญหา	1.00	เหมาะสม
19	นักเรียนจะตรวจสอบความคิด ความเชื่อของตนจากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือก่อนจะยอมรับ	0.80	เหมาะสม
20	นักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูล มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและน่าเชื่อถือ	1.00	เหมาะสม
5. ด้านความใจกว้าง			
21	นักเรียนยินดีรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่นด้วยความเต็มใจ	1.00	เหมาะสม
22	นักเรียนยอมรับ และยินดีให้ผู้อื่นพิสูจน์ข้อเท็จจริง โดยไม่กลัวว่าจะพบข้อบกพร่องของตนเอง	1.00	เหมาะสม
23	นักเรียนไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเอง และยอมรับ การเปลี่ยนแปลงอย่างมีเหตุผล	1.00	เหมาะสม
24	นักเรียนยอมรับคำแนะนำจากผู้อื่น และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม	1.00	เหมาะสม
25	เมื่อมีผู้อื่นตำหนิการทดลอง นักเรียนยินดีรับฟัง และนำมาแก้ไข งานเพิ่มเติม	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
6. ด้านความมีระเบียบและรอบคอบ			
26	นักเรียนพอใจ และเต็มใจที่จะทำงานเป็นทีมโดยให้มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ	0.80	เหมาะสม
27	นักเรียนต้องการมีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบก่อนการตัดสินใจ	0.80	เหมาะสม
28	นักเรียนไม่ลงข้อสรุปในทันที จนกว่าจะมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้	1.00	เหมาะสม
29	นักเรียนเห็นว่าข้อมูลที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา จะต้องมาจากการตรวจสอบหลาย ๆ วิธี	1.00	เหมาะสม
30	นักเรียนเห็นว่าความละเอียดถี่ถ้วนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
7. ด้านความรับผิดชอบ			
31	นักเรียนทำงานตามที่ได้รับมอบหมายอย่างสมบูรณ์ตามกำหนด และตรงต่อเวลา	1.00	เหมาะสม
32	นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบจากการทำงานที่มีทั้งต่อตนเอง และสังคม	1.00	เหมาะสม
33	นักเรียนยอมรับผลการกระทำของตนเองด้วยความเต็มใจ ทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย	1.00	เหมาะสม
34	นักเรียนมีความพยายามปรับปรุงการปฏิบัติงานอยู่เสมอ	1.00	เหมาะสม
35	เมื่อทำการทดลองที่ต้องอาศัยระยะเวลาในการทดลองนาน นักเรียนจะเอาใจใส่ติดตามและสังเกตการทดลองเป็นอย่างดี	1.00	เหมาะสม
8. ด้านความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม			
36	นักเรียนจะฟังตนเองก่อนที่จะฟังผู้อื่น	0.60	เหมาะสม
37	นักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจที่จะปฏิบัติหน้าที่ให้สำเร็จ	1.00	เหมาะสม
38	นักเรียนมีความอดทน ไม่ท้อถอยต่ออุปสรรคเพื่อเป้าหมายในการทำงานให้สำเร็จ	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
39	นักเรียนมีความพยายามที่จะทำงานให้สำเร็จแม้ว่าจะต้องแก้ไขอยู่หลายครั้งก็ตาม	1.00	เหมาะสม
40	เมื่อนักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จในการทำงาน นักเรียนจะพยายามต่อไปจนกว่างานจะสำเร็จ	1.00	เหมาะสม
9. ด้านความซื่อสัตย์			
41	นักเรียนนำเสนอข้อมูล ตามความเป็นจริงโดยปราศจากความลำเอียง	1.00	เหมาะสม
42	นักเรียนมีความกล้าที่จะยืนยัน และเสนอผลการทดลองตามความเป็นจริง	1.00	เหมาะสม
43	นักเรียนมีความเชื่อมั่นในผลการทดลองที่พิสูจน์ได้ด้วยตนเอง	1.00	เหมาะสม
44	นักเรียนจะตรวจสอบพิจารณาหลักฐานที่ได้จากการทดลอง ทั้งที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับสมมติฐานของตนเองก่อนลงข้อสรุป	1.00	เหมาะสม
45	นักเรียนไม่เห็นด้วยกับการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นคำตอบ	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-2 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
1	3.98	0.42
2	3.74	0.57
3	3.98	0.56
4	4.04	0.57
5	4.02	0.66
6	3.98	0.58
7	4.06	0.39
8	4.06	0.39
9	4.26	0.40
10	4.14	0.41
11	4.24	0.43
12	4.04	0.57
13	4.16	0.44
14	4.10	0.61
15	4.02	0.61
16	4.00	0.65
17	3.98	0.57
18	3.68	0.73
19	3.94	0.60
20	3.90	0.59
21	4.04	0.52
22	4.10	0.69
23	4.02	0.61
24	3.88	0.42
25	4.04	0.61
26	3.94	0.50
27	3.80	0.58

ตารางภาคผนวก ค-2 (ต่อ)

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
28	4.20	0.74
29	4.00	0.70
30	3.86	0.62
31	3.82	0.59
32	3.96	0.39
33	3.94	0.72
34	3.82	0.66
35	3.98	0.65
36	4.04	0.61
37	4.14	0.65
38	3.96	0.41
39	4.08	0.32
40	4.16	0.49
41	4.02	0.35
42	4.04	0.59
43	4.10	0.38
44	3.98	0.39
45	3.84	0.35

Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.952	45

ตารางภาคผนวก ค-3 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แบบสอบถามคุณภาพ
โครงการงานวิทยาศาสตร์

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
1. ความคิดสร้างสรรค์			
1	ความแปลกใหม่ของปัญหาหรือเรื่องที่ทำ	1.00	เหมาะสม
2	มีการออกแบบสำรวจ การทดลองและการประดิษฐ์เครื่องมือที่แปลกใหม่ในการทำโครงการงาน	1.00	เหมาะสม
3	มีการจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายวิธี	1.00	เหมาะสม
4	มีการศึกษาค้นคว้าปัญหา และสมมติฐานอย่างครอบคลุม และเหมาะสมถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
5	มีการประยุกต์เพื่อพัฒนาต่อขยายได้ในระดับเชิงพาณิชย์	1.00	เหมาะสม
2. เนื้อหาโครงการงาน			
6	การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐานมีความสอดคล้อง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน	1.00	เหมาะสม
7	การออกแบบการทดลองมีความสอดคล้องกับสมมติฐาน และครอบคลุมตัวแปรถูกต้องครบถ้วน	1.00	เหมาะสม
8	เลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอย่างถูกต้อง และเหมาะสม	1.00	เหมาะสม
9	มีการระบุเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลในการทำโครงการงาน	1.00	เหมาะสม
10	บันทึกผลการทดลองมีความเหมาะสม และได้ข้อมูลครบถ้วน	1.00	เหมาะสม
3. กระบวนการทำงาน			
11	การวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีความชัดเจนสามารถปฏิบัติได้	1.00	เหมาะสม
12	การบันทึกข้อมูลประจำวันในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์มีความเป็นระบบ	1.00	เหมาะสม
13	การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลมีความเหมาะสมและถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
14	การแปลผล การวิเคราะห์ข้อมูลมีความเหมาะสมและถูกต้อง	1.00	เหมาะสม
15	การเลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-3 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
4. การนำเสนอผลงาน			
16	การเขียนรายงานถูกต้องตามแบบฟอร์ม	1.00	เหมาะสม
17	การรวบรวมข้อมูลครบถ้วนตามประเด็นของโครงการหรือ วัตถุประสงค์	1.00	เหมาะสม
18	นำเสนอข้อมูล (ความเหมาะสมของกราฟ ตาราง และรูปภาพที่ใช้ ประกอบ) ตอบวัตถุประสงค์ได้ครบถ้วนและน่าสนใจ	1.00	เหมาะสม
19	การอภิปรายผลสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและใหม่ได้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน	1.00	เหมาะสม
20	การนำเสนอปากเปล่ามีความตรงประเด็นครอบคลุมความสำคัญมี ความชัดเจนและใช้ภาษาที่สื่อความหมายได้ง่าย	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-4 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับของแบบสอบถามคุณภาพ
โครงการงานวิทยาศาสตร์

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
1	4.22	0.65
2	4.12	0.71
3	4.04	0.77
4	4.18	0.61
5	4.04	0.72
6	4.20	0.69
7	4.20	0.51
8	4.40	0.68
9	4.20	0.59
10	4.36	0.68
11	4.34	0.43
12	4.22	0.57
13	4.22	0.79
14	4.22	0.77
15	4.10	0.58
16	4.14	0.57
17	4.04	0.62
18	4.18	0.63
19	4.18	0.65
20	4.28	0.62

Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.939	20

ตารางภาคผนวก ค-5 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แบบสอบถามบทบาท
ครูที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
1. การให้คำปรึกษาการเตรียมความพร้อม			
1	กระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหัวข้อโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
2	พิจารณาความเหมาะสมของหัวข้อโครงการร่วมกับนักเรียน	1.00	เหมาะสม
3	พานักเรียนไปทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
4	จัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
5	แนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
2. การให้คำปรึกษาการวางแผน			
6	แนะนำนักเรียนให้วางแผนในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
7	แนะนำการเขียนโครงร่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่กำหนด	1.00	เหมาะสม
8	แนะนำการออกแบบการทดลองตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ	1.00	เหมาะสม
9	แนะนำการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ที่จำเป็นในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ	1.00	เหมาะสม
10	มีการตารางการให้คำปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
3. การให้คำปรึกษาด้านการปฏิบัติงาน			
11	ติดตาม ตรวจสอบความก้าวหน้าการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ	1.00	เหมาะสม
12	ให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขปัญหา อุปสรรค ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
13	กำกับการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ระหว่างการปฏิบัติงาน ให้ถูกต้องและปลอดภัย	1.00	เหมาะสม
14	กำกับการใช้สารเคมีระหว่างทำการปฏิบัติงาน ให้ถูกต้องและปลอดภัย	1.00	เหมาะสม
15	ให้คำแนะนำการบันทึกผลการทดลอง ให้ถูกต้อง เหมาะสมตามหลักวิชาการ	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-5 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
4. การให้คำปรึกษาเพื่อตรวจสอบผลงาน/กระบวนการ			
16	ร่วมสรุปและอภิปรายผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์กับนักเรียน	1.00	เหมาะสม
17	ให้คำแนะนำแนวทางการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
18	ตรวจสอบความถูกต้องของรูปเล่มรายงานตามรูปแบบของการเขียนรายงาน	1.00	เหมาะสม
19	ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะ การจัดบอร์ดแสดงผลงานโครงการวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
20	ให้คำแนะนำแนวทางการนำเสนอผลงาน	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-6 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับของแบบสอบถามบทบาท
ครูที่ปรึกษา

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
1	4.30	0.71
2	4.08	0.78
3	3.88	0.96
4	4.26	0.80
5	4.00	0.70
6	4.18	0.66
7	4.20	0.64
8	4.04	0.78
9	4.22	0.82
10	4.22	0.71
11	4.24	0.74
12	4.26	0.72
13	4.30	0.74
14	4.12	0.87
15	4.36	0.69
16	4.34	0.80
17	4.16	0.65
18	4.28	0.76
19	4.14	0.76
20	4.22	0.86

Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.920	20

ตารางภาคผนวก ก-7 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แบบสอบถามบรรยากาศ
ที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
1. ด้านกายภาพ			
1	สถานศึกษามีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการทำโครงการ	1.00	เหมาะสม
2	ห้องเรียนมีเครื่องมือโสตทัศนอุปกรณ์ที่ทันสมัย	1.00	เหมาะสม
3	สถานศึกษามีแหล่งวิทยากรความรู้ที่เพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้า	1.00	เหมาะสม
4	จัดชั้นเรียนให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหรืองานที่ได้รับมอบหมาย ร่วมกัน	1.00	เหมาะสม
5	การจัดบรรยากาศในห้องเรียนส่งเสริมให้เกิดการทำโครงการ วิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
2. ด้านจิตภาพ			
6	ครูสร้างความคุ้นเคยและเป็นกันเองกับนักเรียน	1.00	เหมาะสม
7	นักเรียนกระตือรือร้นและสนุกสนานกับการจัดกิจกรรมเรียนรู้	1.00	เหมาะสม
8	ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยคำนึงถึงความปลอดภัย ของนักเรียน	1.00	เหมาะสม
9	มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตาม ความสนใจ/ ตามความสามารถของนักเรียน	1.00	เหมาะสม
10	ครูให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการ วิทยาศาสตร์และให้กำลังใจนักเรียนเสมอ	1.00	เหมาะสม
3. ด้านสังคม			
11	จัดชั้นเรียนให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งกันและกันหรือมีปฏิสัมพันธ์	1.00	เหมาะสม
12	ครูรับฟังความคิดเห็นและการตัดสินใจของนักเรียน	0.60	เหมาะสม
13	ครูเปิดโอกาสให้ซักถามตลอดเวลาเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัย ในวิธีการเรียนรู้ และเนื้อหาที่เรียน	1.00	เหมาะสม
14	ครูจัดกิจกรรมการเรียนที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน	1.00	เหมาะสม
15	ครูจัดกิจกรรมการเรียนที่ทำให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นร่วมกับเพื่อน ๆ	1.00	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-8 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) ทั้งฉบับของแบบสอบถามบทบาท
ครูที่ปรึกษา

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
1	4.14	0.54
2	3.88	0.38
3	3.84	0.53
4	4.04	0.45
5	4.00	0.59
6	4.30	0.39
7	4.00	0.60
8	3.98	0.30
9	4.08	0.46
10	4.00	0.46
11	4.14	0.50
12	4.08	0.37
13	4.18	0.44
14	4.06	0.35
15	4.02	0.59

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.851	15

ตารางภาคผนวก ค-9 ผลคุณภาพความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) บทบาทของผู้ปกครอง

ข้อ	ประเด็นพิจารณา	IOC	ความหมาย
1. การให้คำปรึกษา			
1	ให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมาปรึกษาเรื่องการทำโครงการวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
2	ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเมื่อนักเรียนเกิดความขัดแย้งกับเพื่อนที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์กลุ่มเดียวกัน	0.80	เหมาะสม
3	พูดคุยซักถามความก้าวหน้าในการทำโครงการวิทยาศาสตร์	0.60	เหมาะสม
4	ช่วยรับฟังปัญหาที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์	0.60	เหมาะสม
5	แนะนำให้อ่านหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
2. การแนะนำสื่อวัสดุอุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้			
6	ช่วยจัดหาอุปกรณ์ตามที่นักเรียนขอความช่วยเหลือ	0.80	เหมาะสม
7	แนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือในการทำโครงการวิทยาศาสตร์	0.80	เหมาะสม
8	ช่วยเสนอแนะหรือให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ควรใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์	0.80	เหมาะสม
9	สนับสนุนให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น ค่ายวิทยาศาสตร์ และการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
10	แนะนำให้นักเรียนดูรายการเกี่ยวกับสารคดีวิทยาศาสตร์	1.00	เหมาะสม
3. การอำนวยความสะดวก			
11	ช่วยจัดสถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน	0.80	เหมาะสม
12	อนุญาตเมื่อนักเรียนต้องมาทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่วิทยาลัย	0.60	เหมาะสม
13	ให้เวลานักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่	1.00	เหมาะสม
14	อำนวยความสะดวกในการซื้ออุปกรณ์ที่จำเป็นต่าง ๆ ให้กับนักเรียน	0.80	เหมาะสม
15	อำนวยความสะดวกในการเดินทางให้กับนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องมาทำโครงการวิทยาศาสตร์	0.80	เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ค-10 ผลคุณภาพด้านความเที่ยง (Reliability) ที่งับัของแบบสอบถามบทบาท
ผู้ปกครอง

Item	Mean	Cronbach's alpha if item deleted
1	3.16	0.81
2	3.18	0.70
3	3.24	0.69
4	3.30	0.74
5	3.14	0.57
6	3.18	0.47
7	3.20	0.61
8	3.20	0.71
9	3.14	0.59
10	3.02	0.75
11	3.16	0.70
12	3.32	0.79
13	3.34	0.74
14	3.14	0.73
15	3.32	0.71

Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.939	15

ตารางภาคผนวก ค-11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของ
แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.48	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.28	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.68	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.50	ใช้ได้	0.64	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.66	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.34	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.66	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.72	ใช้ได้	0.52	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.28	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.52	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.62	ใช้ได้	0.54	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.48	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.42	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.66	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.60	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.70	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.62	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.34	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.54	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.62	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.58	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.62	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.64	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.60	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค-12 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
26	0.64	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.60	ใช้ได้	0.46	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.48	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.70	ใช้ได้	0.70	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.66	ใช้ได้	0.73	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.36	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.48	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.54	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.52	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.44	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.64	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.56	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.58	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.74	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.38	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.50	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.50	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
44	0.46	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
45	0.50	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
46	0.50	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
47	0.42	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
48	0.36	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
49	0.48	ใช้ได้	0.65	ใช้ได้	ใช้ได้
50	0.50	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
51	0.36	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางภาคผนวก ค-11 (ต่อ)

ข้อ	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
52	0.22	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
53	0.46	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
54	0.42	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
55	0.48	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
56	0.54	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
57	0.48	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
58	0.42	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
59	0.38	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
60	0.44	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
61	0.48	ใช้ได้	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
62	0.70	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
63	0.58	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
64	0.62	ใช้ได้	0.38	ใช้ได้	ใช้ได้
65	0.40	ใช้ได้	0.41	ใช้ได้	ใช้ได้