

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม ก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
 - 1.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
 - 1.2 กระบวนการคิดวิเคราะห์
 - 1.3 ทักษะที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์
 - 1.4 แนวทางการจัดกิจกรรมที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์
 - 1.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 1.6 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์
2. แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.2 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.3 ทักษะที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.4 การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.5 การวัดความสามารถในการคิดวิจารณ์
 - 2.6 ประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 3.1 ความหมายของโครงงาน
 - 3.2 หลักการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 3.3 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
 - 3.4 ประโยชน์และคุณค่าของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

- 3.5 ประเภทของโครงการงาน
- 3.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงาน
- 3.7 แนวทางปฏิบัติในการสอนนักเรียนให้ทำโครงการงาน
- 3.8 บทบาทของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการงาน

4. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

- 4.1 ความสำคัญการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 4.2 คุณภาพของผู้เรียนคณิตศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6)
- 4.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
- 4.4 การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 4.5 คำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงาน
- 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์
- 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2452 (2546, หน้า 251-1071) ได้ให้ความหมายคำว่า “คิด” หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็น รูปหรือเป็น เรื่องขึ้นในใจ ใคร่ครวญไตร่ตรอง คำนวณ ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” มีความหมายว่าใคร่ครวญแยก ออกเป็นส่วนๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้นคำว่าคิดวิเคราะห์จึงหมายถึง ความสามารถในการ มองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่างๆไม่ว่าจะเป็นวัตถุเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่างๆออกเป็นส่วนย่อยๆและจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริงความสำคัญแก่น แก่องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆสามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็นทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ ภายในสิ่งต่างๆหรือปรากฏได้อย่างชัดเจนรวมทั้งหาความสัมพันธ์และเชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ

Hannah; & Michaelis. (1977, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 55-56) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของสิ่งต่างๆ เพื่อดูความสำคัญความสัมพันธ์และหลักการของความเป็นไป

Good. (1973, อ้างถึงใน วิชาวิทย์ เจริญพงศ์, 2547, หน้า 12) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นความคิดอย่างรอบคอบตามหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 9) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญที่กำหนดให้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 40) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ คือ การจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่างๆของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งและหาความสัมพันธ์เชิงเหตุเชิงผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเปรียบเสมือนการที่เราเห็นผลลัพธ์ของความรู้แล้วไม่คว่นสรุปทันทีแต่พยายามหาข้อเท็จจริงที่ถูกต้องว่าผลลัพธ์ที่เราเห็นเกิดจากสาเหตุที่แท้จริงคืออะไรบ้าง เพื่อเราจะเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างกระจ่างก่อนที่จะนำความรู้ที่ได้รับมาใช้

ปานวี ยงยุทธวิชัย (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อยๆอะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร นอกจากนี้สมาคมนิเทศก์และพัฒนาหลักสูตร (sacd) กล่าวว่า คิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดที่เป็นแกนสำคัญ (core thinking skill) ของทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ

- (1) ทักษะการระบุองค์ประกอบสำคัญหรือลักษณะเฉพาะ
- (2) ทักษะการระบุความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ
- (3) ทักษะการจับใจความสำคัญ
- (4) ทักษะการค้นหาและการระบุความผิดพลาด

ชัยอนันต์ สมุทรวณิช (2542, อ้างถึงใน จิรมัย ศิริทัพบ และคณะ, 2545, หน้า 47) กล่าวถึงการคิดแบบนักวิเคราะห์ว่าผู้ที่คิดแบบวิเคราะห์จะต้องมีความชัดเจนตรงไปตรงมา

- (1) แสวงหาข้อเท็จจริง (fact)
- (2) ค้นหาตรรกะข้อมูล (logic)
- (3) หาทิศทาง (direction)

- (4) ให้เหตุผล (reason)
- (5) มุ่งแก้ปัญหา (problem solving)

นักการศึกษาชาวอเมริกัน (1990, อ้างถึงใน จิรมัย ศิริทัฬห และคณะ, 2545, หน้า 47) กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ที่เป็นทักษะหนึ่ง โดยมีทักษะย่อย ดังนี้

- (1) การตรวจสอบความคิด (examining idea)
- (2) การระบุข้อโต้แย้ง (identifying arguments)
- (3) การวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง (analyzing arguments)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549, หน้า 5) การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลและตรวจสอบข้อมูล หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์

การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้นเมื่อเราต้องการทำความเข้าใจ โดยการพยายามตีความ ข้อมูลที่ได้รับเมื่อเกิดข้อสงสัยสมองจะพยายามคิดหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมาอธิบายถึง เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรือเพื่อประเมินสิ่งต่างๆที่ต้องตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสม หรือเมื่อต้องการเห็นภาพรวมทั้งหมด การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นรูปแบบหนึ่งของการ คิดวิเคราะห์ที่มีเหตุผลมีทิศทางในชีวิตประจำวัน (สุวิทย์ มูลคำ, 2548, หน้า 13)

- (1) ช่วยให้เราเข้าใจจริงรู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมา เป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็น ฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาการประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่างๆได้ อย่างถูกต้อง

- (2) ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตาม อารมณ์ ความรู้สึกหรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง

- (3) ช่วยให้เราได้สรุปสิ่งใดง่ายๆแต่สื่อสารตามความเป็นจริงขณะเดียวกันจะช่วยให้ เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละ กรณีได้

- (4) ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจใน ครั้งแรกทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่นๆที่มีอยู่

- (5) ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกตการหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏพิจารณา ตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินใจสรุปสิ่งใดลงไป

(6) ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลานั้นโดยไม่พึ่งพิงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความจำทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่างๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง

(7) ช่วยประมาณการความน่าจะเป็น โดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เราวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น อันจะช่วยเราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่า

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 40) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้น อันจะนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้บรรลุวัตถุประสงค์การคิด

สรุป การคิดวิเคราะห์ (analysis thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆ ซึ่งอาจเป็นวัตถุประสงค์ของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์หรือเนื้อหาต่างๆ ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และมีความเชื่อมโยงกันอย่างไร เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบและตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ / แก้ปัญหา / คิดสร้างสรรค์และสิ่งสำคัญนำมาใช้ต้องตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมหรือเมื่อต้องการเห็นภาพรวมทั้งหมดมีเหตุผลมีทิศทางในชีวิตประจำวัน

2. กระบวนการคิดวิเคราะห์

ตัวบ่งชี้ทักษะการคิดวิเคราะห์

- 2.1 สามารถระบุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์
- 2.2 สามารถจัดระบบข้อมูล / เรื่อง / สิ่งทีวิเคราะห์
- 2.3 สามารถกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์
- 2.4 สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์และระบุงค์ประกอบของสิ่งทีวิเคราะห์
- 2.5 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆของสิ่งทีวิเคราะห์
- 2.6 สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์
- 2.7 สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์

3. ทักษะที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลักเป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

คูวิทย์ มูลคำ (2548, หน้า 20) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างง่ายที่นิยมใช้ คือ 5W1H

what (อะไร) ปัญหาหรือสาเหตุที่เกิดขึ้น
เกิดอะไรขึ้นบ้าง
มีอะไรเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้
หลักฐานที่สำคัญที่สุดคืออะไร
สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้คืออะไร

where (ที่ไหน) สถานที่หรือตำแหน่งที่เกิดเหตุ
เรื่องนี้เกิดขึ้นที่ไหน
เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดที่ใดมากที่สุด

When (เมื่อไร) เวลาที่เหตุการณ์นั้นได้เกิดขึ้นหรือจะเกิดขึ้น
เหตุการณ์นี้น่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร
เวลาใดบ้างที่สถานการณ์เช่นนี้จะเกิดขึ้นได้

why (ทำไม) สาเหตุหรือมูลเหตุที่ทำให้เกิดขึ้น
เพราะเหตุใดเหตุการณ์นี้จึงเกิดขึ้น
ทำไมจึงเกิดเรื่องนี้

who (ใคร) บุคคลสำคัญเป็นตัวประกอบหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ

ใครอยู่ในเหตุการณ์บ้าง
ใครน่าจะเป็นคนที่ทำให้สถานการณ์นี้เกิดมากที่สุด
เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใครได้ประโยชน์ ใครเสียผลประโยชน์

how (อย่างไร) รายละเอียดของสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วหรือกำลังจะเกิดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ในลักษณะใด

เขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร
เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไร
มีหลักในการพิจารณาคนคืออย่างไรบ้าง

การคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5W 1H จะสามารถไล่เรียงความชัดเจนในแต่ละเรื่องที่เรากำลังคิดเป็นอย่างดีทำให้เกิดความครบถ้วนสมบูรณ์

คูวิทย์ มูลคำ (2548, หน้า 17-18) ได้กล่าวว่ากระบวนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พี่ช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราวเหตุการณ์หรือสถานการณ์จากข่าวของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่างๆเป็นต้น

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์

เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งอาจกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความจริงสาเหตุหรือความ สำคัญ เช่น ภาพนี้ บทความนี้ต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์

เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับ ใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหาลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ

เป็นการพินิจวิเคราะห์ทำการแยกแยะกระจายสิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย what (อะไร) where (ที่ไหน) when (เมื่อไร) why (ทำไม) who (ใคร) how (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำตอบ

เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญ เพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบหรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

4. แนวทางการจัดกิจกรรมที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์

Robert J. Stenrnberg (1996, อ้างถึงใน เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546, หน้า 33-35) อธิบายว่า ปัญหาแห่งความสำเร็จ คือ การผสมผสานความสามารถทางการคิด 3 ด้าน คือ ด้านวิเคราะห์ ด้านสร้างสรรค์ และด้านปฏิบัติที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในชีวิตตามแนว ทางของ สังคมและวัฒนธรรมตามมาตรฐานที่คาดหวังและที่ผู้อื่นในสังคมยึดถือ ความสามารถทางด้าน การวิเคราะห์ คือ การที่นักเรียนวิเคราะห์ประเมินเปรียบเทียบพิจารณาความเหมือนความแตกต่าง ความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ คือ การที่นักเรียนประดิษฐ์ค้นพบสร้างแนวคิดใหม่และ ความสามารถทางการปฏิบัติ คือ การที่นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้ไปลงมือปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้

นักเรียนที่มีความสามารถจะรู้จักเด่นหรือจุดแข็งของตนเองและใช้จุด เด่นนั้นให้เป็นประโยชน์ สูงสุด และในขณะที่เดียวกันก็ยอมรับและรู้จักอ่อนของตนเองและสามารถปรับปรุงแก้ไขจุดอ่อน นั้นซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถทางด้านการคิดนั้นสามารถประเมินผลงานการแสดงและการ กระทำ

ดังนั้นการฝึกฝนให้นักเรียนคิดในการจับประเด็น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับการ ใช้เหตุผล การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การจำแนกแจกแจง การตีความข้อมูลที่ได้รับการ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้สามารถประเมินและตัดสินใจเรื่องที่เกิดขึ้น ได้ อย่างมีเหตุและมีผล เป็นความสามารถเชิงวิเคราะห์ที่นักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะ องค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆว่ามาจากองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้ อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยการแตกสิ่ง นั้นออกเป็นส่วนย่อยๆและแจกแจงรายละเอียดของส่วนประกอบย่อยๆทั้งหมด อาจจะจัดแยกเป็น หมวดหมู่หรือตามลำดับความสำคัญเพื่อให้เห็นองค์ประกอบอย่างครบถ้วนและตรวจ สอบ โครงสร้างของสิ่งนั้นเพื่อทำความเข้าใจว่าส่วนต่างๆในแต่ละส่วนย่อยนั้นประกอบขึ้นมาอย่างไร

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 12-22) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เกี่ยวข้องกับ โดยตรงกับความสามารถในการใช้เหตุผลเพราะสมองซีกซ้ายจะตีความข้อมูลที่ได้รับ โดย วิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนั้นในความทรงจำจากนั้นสมองจะทำการจำแนก แยกแยะความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลที่ได้รับ พยายามโยงเหตุผลและผลของเรื่อง ราวที่เกิดขึ้น เพื่อทำความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้นสมองจะพยายามสืบค้นหาความน่าจะเป็นของสิ่งที่ จะเกิดขึ้น เพื่อคาดการณ์อนาคตโดยเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันได้อย่างรวดเร็วทำให้การ ประเมินและตัดสินใจเรื่องต่างๆได้อย่างถูกต้องและทันทั่วที่เป็นประโยชน์ต่อการประเมินและ ตัดสินใจว่าจะกระทำสิ่งใดจึงจะคุ้มค่าน่ามากกว่ากัน การคิดวิเคราะห์จึงเปรียบ เสมือนการเห็นผล ของบางสิ่งบางอย่างแต่ยังไม่ด่วนสรุปว่าผลลัพธ์นั้นเกิดจากสาเหตุใด มีองค์ประกอบอะไร มีความเป็นมาอย่างไร ก่อนที่จะสรุปความหรือตัดสินใจบางอย่างเกี่ยวกับเรื่องนั้น การคิดวิเคราะห์ ช่วยให้เห็นข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

วัชร เล่าเรียนดี (2549, หน้า 25-26) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการจัด กิจกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดไว้ ดังนี้

- (1) จัดกิจกรรมแบบร่วมมือกันให้ทำกิจกรรมที่สมาชิกพูดคุยกัน ได้ทั่วถึง
- (2) จัดกิจกรรมให้แก้ปัญหาที่มากกว่าการคิดคำนวณตามปกติ
- (3) จัดกิจกรรมที่ให้หาคำตอบได้หลากหลายมากกว่าการจัดกิจกรรมที่ให้หาคำตอบ เพียงคำตอบเดียว

(4) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้การแก้ปัญหา ใช้ความคิด การปฏิบัติหลายๆแบบ เพื่อให้เรียนรู้อย่างมีความสุข

(5) จัดกิจกรรมที่ไม่เฉพาะเจาะจงนักเรียนเพศใดเพศหนึ่ง

(6) ใช้คำถามที่ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง

(7) ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลายๆวิธีที่สอดคล้องตามเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ ลักษณะในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาการคิดจะต้องเชื่อมโยงความสัมพันธ์เรื่องราวต่างๆ หรือความคิดรวบยอดเปรียบเทียบความเหมือนความแตกต่าง จัดจำแนกประเภท จัดหมวดหมู่ จัดความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์สถานการณ์ต่างๆอย่างเป็นเหตุเป็นผลระบุนุข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็นและคาดการณ์พยากรณ์ได้

5. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

คุณสมบัติบุคคลที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์

5.1 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ การคิดวิเคราะห์ที่ดีผู้คิดจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นๆ เพราะอาจช่วยกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์ จำแนกแจกแจงองค์ประกอบ จัดหมวดหมู่ลำดับความสำคัญหรือหาสาเหตุเรื่องราวเหตุการณ์ได้ชัดเจน

5.2 ช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างใต้อถาม

ช่างสังเกต เมื่อเห็นหรือค้นหาความผิดปกติของสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่ดูอย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้น

ช่างสังเกต เมื่อเห็นความผิดปกติแล้วไม่ละเลย หยุดคิด พิจารณา

ช่างใต้อถาม ชอบตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอเพื่อนำไปสู่การคิดค้นหาความจริงในเรื่องนั้น คำถามที่มักใช้กับการคิดวิเคราะห์คือ 5 W 1 H ประกอบด้วย what (อะไร) where (ที่ไหน) when (เมื่อใด) why (ทำไม) who (ใคร) how (อย่างไร)

5.3 ความสามารถในการตีความ การตีความเกิดจากการรับข้อมูลเข้ามาทางประสาทสัมผัสสมองจะทำการตีความข้อมูล โดยวิเคราะห์เทียบเคียงกับความทรงจำหรือความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินจะแตกต่างกันไปตามความรู้ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคล เช่น เราเห็นคนหน้าบึ้งอาจตีความว่าเขากำลังอารมณ์เสีย เห็นคนแต่งตัวมอซออาจตีความว่าเขาคงเป็นคนยากจน

5.4 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การคิดวิเคราะห์จะเกิดขึ้น เมื่อพบสิ่งที่มีความคลุมเครือเกิดข้อสงสัยตามมาด้วยคำถามต้องค้นหาคำตอบหรือความน่าจะเป็นว่ามี

ความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จะส่งผลกระทบต่ออย่างไรซึ่งสมองจะพยายามคิดเพื่อหาข้อสรุปความรู้ความเข้าใจอย่างสมเหตุสมผล

มาร์ซาโน (marzano, 2001, p. 30 – 58) ได้พัฒนารูปแบบจุดมุ่งหมายทางการศึกษารูปแบบใหม่ (a new taxonomy of education objectives) ประกอบด้วยความรู้ 3 ประเภท และกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) ข้อมูล เน้นการจัดระบบความคิดเห็นจากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก เป็นระดับความคิดรวบยอดข้อเท็จจริง ลำดับของเหตุการณ์ สมเหตุสมผลเฉพาะเรื่องและหลักการ

(2) กระบวนการ เน้นกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ จากทักษะสู่กระบวนการอัตโนมัติ อันเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถที่สั่งสมไว้

(3) ทักษะ เน้นการเรียนรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ำเนื้อ จากทักษะง่ายสู่กระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น โดยมีกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูล 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ขั้นรวบรวม เป็นการคิดทบทวนความรู้เดิมรับข้อมูลใหม่และเก็บไว้เป็นคลังข้อมูลไว้ เป็นการถ่ายโยงความรู้จากความจำยาวสู่ความจำนำไปใช้ในการปฏิบัติการโดยไม่จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างความรู้

ระดับที่ 2 ขั้นเข้าใจ เป็นการเข้าใจสาระที่เรียนรู้สู่การเรียนรู้ใหม่ในรูปแบบการใช้สัญลักษณ์เป็นการสังเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานของความรู้ โดยเข้าใจประเด็นความสำคัญ

ระดับที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ เป็นการจำแนกความเหมือนและความต่างอย่างมีหลักการการจัดหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กับความรู้การสรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยสามารถบ่งชี้ข้อผิดพลาดได้ การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้ฐานความรู้และการคาดการณ์ผลที่ตามมาบนพื้นฐานของข้อมูล

ระดับที่ 4 ขั้นใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่มีคำตอบชัดเจน การแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยาก การอธิบายปรากฏการณ์ที่แตกต่างและการพิจารณาหลักฐานสู่การสรุปการันตีที่มีความซับซ้อน การตั้งข้อสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐานนั้นบนพื้นฐานของความรู้

ระดับที่ 5 ขั้นบูรณาการความรู้ เป็นการจัดระบบความคิด เพื่อบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนด การกำกับติดตามการเรียนรู้และการจัดขอบเขตการเรียนรู้

ระดับที่ 6 ขั้นจัดระบบแห่งตน เป็นการสร้างระดับแรงจูงใจต่อสภาวะการณ์เรียนรู้และภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการเรียนรู้รวมทั้งความตระหนักในความสามารถของการเรียนรู้ที่ตนมี

เพียเจต์ (J. Piaget, 1962 อ้างอิงใน พรรณี ช.เจนจิต, 2528, หน้า 87-91) ได้แบ่งลำดับ
ขั้นของการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

(1) ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (sensory – motor stage) เป็นพัฒนาการ
ของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วน
ใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การดูด ในวัยนี้เด็กแสดงออกเพื่อให้เห็นว่า
สติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็ก
จะต้องมีโอกาสที่จะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนา
สติปัญญา และความคิด เด็กวัยนี้มักทำอะไรซ้ำๆบ่อยๆเป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาโดย
การเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการแต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่
เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

(2) ขั้นปฏิบัติการคิด (proportional stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2-7 ปี ซึ่งแบ่งออก
เป็น 2 ขั้นย่อย คือ

(2.1) ขั้นก่อนเกิดสัจกับ (preconceptual though) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็ก
อายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันแต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขต
เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดตนเองเป็นใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลของ
คนอื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความเป็นจริงมากนัก นอกจากนี้
ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่าเด็กหญิงสองคนซึ่งเหมือนกันจะมีทุก
อย่างเหมือนกันหมดแสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ยังไม่พัฒนาเต็มที่

(2.2) ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้นึกเอาเองโดยไม่ใช้เหตุผล (intuitive though)
เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4-7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆรอบตัว
ขึ้น รู้จักแยกประเภทและรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลขเริ่มมีพัฒนาการ
เกี่ยวกับการอนุรักษ์แต่ไม่ชัดเจน สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน
รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่นและสามารถนำเหตุผลต่างๆไปมาสรุปแก้
ปัญหาโดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือ
สัมผัสจากภายนอก

(3) ขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้านรูปธรรม (concrete operation stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ
7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์ และตั้ง
เกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหา
สิ่งต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆโดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็ง
หรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถ

เข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อยส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

(4) ขั้นปฏิบัติการคิดด้านนามธรรม (formal-operations stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอด คือเด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎีการรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบันสนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

6. ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์มีประโยชน์ ดังนี้
เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, หน้า 31-47) ได้สรุปประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า

- (1) ช่วยเสริมสร้างความฉลาดทางสติปัญญาที่ทำให้ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยง่าย มีวิธีการตรวจสอบข้อเท็จจริงบนพื้นฐานความรู้เดิมและประสบการณ์ส่วนบุคคล
- (2) เป็นพื้นฐานการคิดในมิติอื่นๆ โดยการช่วยคิดหาเหตุผลเพื่อสืบค้นความจริง
- (3) ช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยในการแยกแยะและทำความเข้าใจกับสิ่งที่เกิดขึ้น
- (4) ช่วยในการประเมินการตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่เป็นรากฐานความรู้และประสบการณ์ที่ช่วยให้ตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้
- (5) ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล ด้วยการช่วยให้คิดด้านต่างๆ บนพื้นฐานความเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล
- (6) ช่วยให้เข้าใจกระจ่าง เป็นการสรุปสถานการณ์จากข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการสรุปบนพื้นฐานของอารมณ์และความรู้สึกจึงช่วยให้ได้รับข้อมูลที่เป็นจริงและเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ

เสงี่ยม โตรัตน์ (2546, หน้า 26) กล่าวว่า การเรียนรู้วิธีการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักแยกแยะ ประเมิน และสรุปข้อมูล เพื่อให้สามารถเลือกและใช้ข้อมูลในยุคนวัตกรรมที่นับวันไวได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 10) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์จะช่วยให้เข้าใจโดยการพยายามตีความข้อมูลที่ได้รับความรู้ที่ได้รับด้วยการหาเหตุผลมาอธิบาย เพื่อประเมินการตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยแนวคิดการคิดวิเคราะห์ 5 อย่าง คือ การจำแนก การจัดหมวดหมู่ การสรุป การประยุกต์และการคาดการณ์เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ในครั้งนี้

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาจากภาษาอังกฤษว่า critical thinking การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีทิศทางเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล นักจิตวิทยา นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายลักษณะที่ต่างกันไป ดังนี้

Dewey (1933, p.30) ได้เสนอว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดใคร่ครวญไตร่ตรอง คิดวิเคราะห์ อธิบายว่า ขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Watson ; & Glaser (1964, p.10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและทักษะในการใช้ความรู้และทักษะคิด

Good (1973, p.680) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบตามทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง

วนิดา ปานโต (2543, หน้า 11) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญาในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างสุขุมรอบคอบมีเหตุผลมีการประเมินสถานการณ์เชื่อมโยงเหตุการณ์ สรุปความตีความโดยอาศัยความรู้ความคิดและประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียด เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลซึ่งกระบวนการดังกล่าวใช้ทักษะความรู้ความสามารถพื้นฐาน 5 ด้าน คือ การนิยามปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดและเลือกสมมติฐานและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สุรนันทน์ สายวงศ์ (2544, หน้า 37) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่างๆ เพื่อไปสู่การสรุปอย่างสมเหตุสมผล

คำรณ จารุวังโส (2542, หน้า 53) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลมาพิจารณาร่วมกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งเป็นกระบวนการคิด 5 ขั้นตอน คือ การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง วิจารณ์ญาณเป็นการคิดอย่างมีทิศทางเป็นการคิดอย่างมีเหตุผลการคิดพิจารณาสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียดรอบคอบไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน ขันทดลอง และขึ้นสรุปผลการทดลองเพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุดและเป็นไปได้มากที่สุด

2. กระบวนการคิดแบบมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการซับซ้อนที่ประกอบไปด้วยการรับรู้ การระลึกถึงความรู้ที่มีอยู่และการผสมผสานความรู้ด้วยการขอยืมข้อมูลขึ้นมาใหม่เพื่อตรวจสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวกับการคิดเริ่มต้นแต่เมื่อเผชิญปัญหาจนถึงขั้นสรุป มีนักการศึกษากล่าวไว้ในลักษณะที่แตกต่าง ดังนี้

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540, หน้า 34-36) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วย การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์และการประเมินสรุปอ้างอิงซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

(1) การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจของปัญหา โดยการพิจารณาข้อมูล เพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือรวมทั้งการนิยามความหมายของคำและข้อความการนิยามปัญหาเป็นกระบวนการที่เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิดเมื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือจะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้าซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

(2) การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้เมื่อบุคคลที่พบกับปัญหาหรือพบกับความสงสัยจะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ

ประเด็นปัญหานั้นจากแหล่งต่างๆ ให้มากที่สุด เพื่อครอบคลุมปัญหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่จำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นเป็นข้อมูลที่เป็นปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลคลุมเครือ ดังนั้นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้แก่ การสังเกตทั้งการสังเกตด้วยตนเองและการรวบรวมข้อมูลจากการรายงานผลและการสังเกตของคนอื่น

(3) การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของแหล่งข้อมูลและการจัดระบบข้อมูล หลังจากได้รวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาความเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล เพราะข้อมูลที่ได้อาจมาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถืออาจนำไปสู่การสรุปที่อาจผิดได้ถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือก็ต้องตัดทิ้ง ส่วนแหล่งข้อมูลที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือก็จะเก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันจะต้องประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลได้ว่าจะนำไปสู่การสรุปอ้างอิงได้หรือไม่ ในการสรุปอ้างอิงถ้าข้อมูลไม่เพียงพอจะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อรวบรวมข้อมูลมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือและข้อมูลถูกต้องเพียงพอแล้วจะต้องมีการจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมได้โดยแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล คือ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกันประเด็นปัญหาการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

(4) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยมีการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นได้ว่าจากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ ในทิศทางใดบ้างเพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลต่อไป

(5) การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ก็พยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการตัดสินใจสรุปปัญหา เป็นทักษะการคิด ที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่คืบคลานขึ้นอยู่กับการการใช้เหตุผลที่ดี ข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีด้วย ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลและคุณลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน หรือการสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

(6) การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงหรือได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้ง เพื่อตั้งข้อมูลสมมติฐานและสรุปอ้างอิงใหม่

วรรณ บัญฉิม (2554, หน้า 18) ได้ให้คำสรุปลักษณะของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แนวความคิดของ Dressel โดยปรับปรุงข้อมูลและสถานการณ์ที่ใช้ในการออกแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างมีขั้นตอน ดังนี้

- (1) การตระหนักและเห็นปัญหาที่มีอยู่
- (2) การตั้งสมมติฐาน
- (3) การคิดหาวิธีทดสอบสมมติฐาน
- (4) การรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริง
- (5) การรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน
- (6) การสรุปผลหรือสรุปคำตอบ

ทิสนา เขมมณี และคณะ (2544, หน้า 150-151) ได้นำเสนอกระบวนการแนวความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

- (1) การนิยามและการทำความเข้าใจของปัญหาประกอบด้วย
 - (1.1) การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา
 - (1.2) การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของหรือของตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป
 - (1.3) การตัดสินใจระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่เป็น ข้อมูลที่จำเป็นกับข้อมูลที่ไม่จำเป็น
 - (1.4) การตั้งคำถามที่นำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์
- (2) การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่สัมพันธ์กับปัญหาประกอบด้วย
 - (2.1) การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
 - (2.2) การตัดสินใจว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่
 - (2.3) การระบุข้อสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในทางอ้อม

(2.4) การระบุความคิดที่คนยึดคิดหรือความคิดดั้งเดิมที่เกี่ยวกับคน กลุ่มคน การระบุ

Decaroli (1973, pp.67-69) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

(1) การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ ข้อความและการกำหนดเกณฑ์

(2) การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือกและการพยากรณ์

(3) การประมวลผลข่าวสารเป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหา หลักฐานและจัดระบบข้อมูล

(4) การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุอคติ

(5) การใช้เหตุผลโดยระบุเหตุและผล ความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

(6) การประเมินผลโดยอาศัยเกณฑ์ การกำหนดความสมเหตุสมผล

(7) การประยุกต์ เป็นการทดสอบข้อสรุป การสรุปอ้างอิง การนำไปปฏิบัติ

Kneedler (อ้างในทิสนา แคมมณี และคณะ, 2544, หน้า 150) ได้เสนอกระบวนการ คิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

(1) การนิยามและทำความเข้าใจปัญหาประกอบด้วย

(1.1) การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือระบุปัญหา

(1.2) การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

(1.3) การตัดสินใจระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นกับไม่จำเป็น

(1.4) การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว หรือสถานการณ์

(2) การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาประกอบด้วย

(2.1) การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

(2.2) การตัดสินใจว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

- (2.3) การระบุข้อสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล
- (2.4) การระบุความคิดที่คนยึดติดหรือความคิดดั้งเดิมเกี่ยวกับคนกลุ่มคน
- (2.5) การระบุความมีอคติ ปัจจัยด้านอารมณ์ การโฆษณาและการเข้าข้าง

ตนเอง

- (2.6) การระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ที่แตกต่างกัน

(3) การแก้ปัญหา / การลงข้อสรุปประกอบด้วย

- (3.1) การระบุความเพียงพอของข้อมูล
- (3.2) การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ (ทศนาแจมมณี และคณะ, 2544, หน้า 152-153) สามารถใช้เทคนิคดังต่อไปนี้ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้เป็นขั้นๆอาจเลือกใช้เทคนิคใดก่อนก็ได้ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนผ่านขั้นตอนย่อยทุกขั้นตอนสรุปได้ ดังนี้

(1) สังเกต เน้นการให้ทำกิจกรรมรับรู้แบบปรนัยจนเกิดความเข้าใจได้ความคิดรวบยอด สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆและสรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วนตรงตามหลักฐานข้อมูล

(2) อธิบาย ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเชิงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่กำหนด เน้นการใช้เหตุผล ด้วยหลักการ กฎเกณฑ์หรือหลักฐานข้อมูลประกอบให้น่าเชื่อถือ

(3) รับฟัง ให้นักเรียนได้ฟังความคิดเห็นได้ตอบคำถามวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่นที่มีต่อความคิดเห็นของเราเน้นการปรับเปลี่ยนความคิดเดิมของตนตามเหตุผลหรือข้อมูลโดยไม่ใช้อารมณ์หรือคือแย้งต่อความคิดเดิม

(4) เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่างๆให้สรุปจัดกลุ่มที่เป็นพวกเดียวกัน เชื่อมโยงเหตุการณ์เชิงหาเหตุผลและผลตามกฎเกณฑ์การเชื่อมโยงในลักษณะอุปมาอุปไมย

(5) วิเคราะห์จัดกิจกรรมให้วิเคราะห์เหตุการณ์ และแนวคิดหรือการกระทำแล้วให้จำแนกหาจุดเด่น-จุดด้อย ส่วนดี-ส่วนเสีย ส่วนสำคัญ-ส่วนไม่สำคัญ ด้วยการยกเหตุผลหลักมาประกอบการวิจารณ์

(6) สรุปการจัดกิจกรรมให้พิจารณาส่วนประกอบของการกระทำหรือข้อมูลต่างๆที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันแล้วให้สรุปผลอย่างตรงและถูกต้องตามหลักฐานข้อมูล

สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณการคิดอย่างรอบคอบ เพื่อให้ได้ความคิด / คำตอบที่ดีที่สุด มีความสมเหตุสมผลน่าเชื่อถือโดยผ่านการพิจารณาและประเมินข้อมูลข้อเท็จจริง ข้อโต้แย้ง หลักฐานและความคิดเห็นอย่างรอบด้าน ทั้งทางกว้าง ทางลึกและทางไกล รวมทั้งการพิจารณากลับกรองคุณ-โทษและคุณค่าที่แท้จริงของเรื่องที่เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. ทักษะที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในส่วนของความคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักการศึกษาได้กำหนดทักษะการคิดไว้ให้สอดคล้องกัน ดังนี้

Watson and Glaser (1964, p. 41) ได้กล่าวถึงทักษะ 5 ประการ สำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ

- (1) การวินิจฉัย (inference)
- (2) การคาดการณื (assumptions)
- (3) การอนุมาน (deductions)
- (4) การตีความ (interpretations)
- (5) การประเมิน (evaluation)

ทักษะที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กระดับประถมศึกษาเกี่ยวข้องกับปัจจัยสำคัญ 3 ประการต่อไปนี้ (รายงานการวิจัยด้านทักษะความคิดระดับสูง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544, หน้า 36)

(1) ความพร้อมในการใช้เหตุผล (a readiness to reason) เด็กต้องการที่จะคิดและเขามีสิทธิที่จะคิดเองได้ด้วยการใช้ประสบการณ์ การส่งเสริมให้เด็กมีความพยายามในหาใช้เหตุผลจึงเป็นหน้าที่ของผู้ใหญ่ที่ต้องสาธิตหรือเป็นตัวอย่างในการใช้เหตุผลตามสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เมื่อเด็กมีความพร้อมในการใช้เหตุผลมิใช่การใช้การโต้แย้งที่เป็นเชิงทะเลาะวิวาท เด็กที่มีความพร้อมในการใช้เหตุผลและใช้การโต้แย้งโดยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาความจริงจากการนำร่องของเหตุผล

(2) ความเต็มใจที่จะคิดอย่างท้าทาย (a willingness to challenge) สัญลักษณ์อย่างหนึ่งของผู้มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ความพร้อมที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นอย่างท้าทาย เมื่อเด็กพร้อมจะฟังความคิดของผู้อื่นเขาจะยอมเต็มใจที่จะคิดและใช้เหตุผลของตนเองได้อย่างท้าทายเช่นกัน ซึ่งปัจจัยลักษณะนี้ค่อนข้างที่จะต้องใช้ความรู้สึกที่เข้มข้นมากสำหรับเด็กความพร้อม

ที่จะรับฟังความคิดของผู้อื่นต้องอาศัยการเปิดใจกว้าง (open-mindedness) ที่หมายถึง การเตรียมที่จะรับฟังข้อมูลหลักฐานใหม่อย่างยุติธรรม

(3) การต้องการความจริง (a desire for truth) การค้นหาความจริงต้องใช้ความสงสัย (doubt) เป็นตัวช่วย ตัวอย่างการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์คำสำคัญๆของโลก แนวคิดทฤษฎีต่างๆที่ศึกษากันอยู่ในปัจจุบันแล้วแต่เป็นการอธิบายความจริงที่มีพื้นฐานหรือจุดเริ่มต้นจากความสงสัยทั้งสิ้น ความสงสัยกระตุ้นให้เด็กค้นหาความจริง การต้องการความจริงให้ได้เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย 5 อย่าง คือ การนิยามปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4. การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การพัฒนาความคิดของผู้เรียนนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษาและสามารถพัฒนาได้โดยการสอน การพัฒนาการคิดจึงมีบทบาทในการศึกษาแต่การสอนทักษะการคิดก็ยังประสบปัญหาต่างๆ โดยครูส่วนใหญ่ในโรงเรียนมักจะเน้นวิธีการท่องจำทำให้เด็กไม่ได้พัฒนาความคิดเท่าที่ควรเด็กไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้เมื่อประสบด้วยตนเอง ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ค้นคว้าเสนอแนวคิดและกระบวนการในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายแบบ คือ

Beyer (1985, pp.279-303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

- (1) แนะนำทักษะที่ฝึก
- (2) ผู้เรียนทบทวนกระบวนการคิดค้น ทักษะ กฎและความรู้เกี่ยวกับทักษะที่จะฝึก
- (3) ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
- (4) ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

หนึ่งนุช กาญจกิติ (2543, หน้า 80) ได้สรุปแนวการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

- (1) เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้คิด
- (2) คิดอย่างเป็นระบบโดยใช้เหตุผล
- (3) นำข้อมูลต่างๆมาใช้ในกระบวนการคิดบนพื้นฐานของความจริง ความดีงาม

ความถูกต้อง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

- (1) สร้างสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้คิด
- (2) ใช้นวัตกรรมการสอนที่หลากหลายและแปลกใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ
- (3) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการค้นคว้าหาคำถามความรู้อยู่เสมอ
- (4) ใช้กิจกรรมกลุ่ม การทำงานร่วมกัน
- (5) ฝึกให้ผู้รู้จักคิด รู้จักวิเคราะห์ประเมินตนเองและผู้อื่น

5. การวัดความสามารถในการคิดวิจารณ์

สำหรับการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้มีนักวิชาการศึกษามากท่านได้เสนอแนวทางในการสร้างแบบทดสอบไว้หลายลักษณะซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson & Glasler (อ้างใน จันทรจิรา อังกสิทธิ์, 2551, หน้า 23-24) เป็นแบบวัดที่ใช้กับนักเรียนตั้งแต่เกรด 9 ขึ้นไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ประกอบด้วยฟอร์ม a และ b แต่ละฟอร์มประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ด้าน ดังนี้

ความสามารถในการอนุมาน วัดความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อจำแนกข้อสรุปว่าข้อใดเป็นจริงข้อใดเป็นเท็จ โดยกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วมีข้อสรุปประมาณ 3- 5 ข้อต่อสถานการณ์ ผู้ตอบพิจารณาข้อสรุปแต่ละข้อเป็นอย่างไรโดยเลือกจาก 5 ตัวเลือกคือ เป็นจริง น่าจะจริง ข้อมูลไม่เพียงพอ น่าจะเท็จ เป็นเท็จ

การระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะแบบวัดกำหนดสถานการณ์มาให้แล้วพิจารณาว่าข้อความในข้อใดไม่เป็นข้อตกลงของสถานการณ์ทั้งหมด

ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุป 2- 4 ข้อต่อข้ออ้างนั้นๆ ผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่

ความสามารถในการตีความหมาย เป็นการวัดความสามารถในการลงความคิดเห็นและอธิบายความเป็นไปของข้อสรุปนั้น โดยผู้ตอบจะพิจารณาว่าข้อใดใช่หรือไม่ใช่ข้อสรุปที่จำเป็นของสถานการณ์นั้น

การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการตอบคำถามและอ้างเหตุผลได้สมเหตุสมผล

2. แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Cornell (อ้างใน สันหวัช สอนท่าโก, 2550, หน้า 24) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับนี้สร้างขึ้นโดย Ennis & Millman ใน

ปี 1961 จากนั้นได้มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นเรื่อยๆจนถึงปี ค.ศ. 1985 ทั้งสองได้สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้นมา 2 ฉบับ เพื่อวัดกลุ่มบุคคลต่างระดับกัน ดังนี้

แบบวัด cornell critical thinking test level x เป็นแบบวัดปรนัย 3 ตัวเลือกจำนวน 71 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที แบบทดสอบนี้วัดความสามารถ 4 ด้านคือ การอุปนัย การนิรนัย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต การระบุข้อมูลเบื้องต้น

แบบวัด cornell critical thinking test level เป็นแบบวัดที่ใช้กับเด็กปัญญาเลิศในระดับมัธยมศึกษาและกลุ่มนักศึกษาในระดับวิทยาลัยจนถึงผู้ใหญ่ แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที แบบทดสอบนี้วัดความสามารถ 7 ด้านคือ การอุปนัย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การพยากรณ์และการวางแผน การทดลอง การอ้างอิงเหตุผลหลักตรรกศาสตร์ การนิรนัย การให้คำจำกัดความและการระบุข้อมูลเบื้องต้น

3. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นโดยมลิวัลย์ สัมศักดิ์ (2540, หน้า 35-36) ประกอบด้วยความสามารถ 6 ด้าน ได้แก่

- 3.1 กำหนดปัญหา
- 3.2 รวบรวมข้อมูล
- 3.3 จัดระบบข้อมูล
- 3.4 ตั้งสมมติฐาน
- 3.5 สรุปอ้างอิงโดยหลักตรรกศาสตร์
- 3.6 การประเมินและการสรุปอ้างอิง

แบบทดสอบมี 36 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

4. แบบวัดของ ซาลินี เอี่ยมศรี (2536, หน้า 7-8) ได้สร้างแบบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบสอบเป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที เป็นแบบสอบ cornell critical thinking test, level x ลักษณะแบบสอบถามมีการวัดทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (credibility of sources and observation) คือ ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือที่สุด

ด้านที่ 2 ความสามารถในการนิรนัย (deduction) คือ การให้นักเรียนคาดเดาถึงสิ่งที่จะเกิดตามมา

ด้านที่ 3 ความสามารถในการอุปนัย (inductive inference) คือ การให้นักเรียนพิจารณาตัดสินว่าข้อเท็จจริงนั้นสนับสนุนสมมุติฐานหรือไม่

ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (assumption identify cation) คือ การให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่เป็นการสรุปขึ้นเองโดยไม่มีข้อมูลอ้างอิง

5. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ บงกชกร ทับเที่ยง (2546, หน้า 27-29) ได้พัฒนาแบบฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสร้างแบบทดสอบ เพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยได้ยึดแนวคิดของ เอนนิส (Ennis) มาเป็นหลัก สำหรับวัดความสามารถในการคิดมีวิจารณญาณ คือ ใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยชนิดกำหนดสถานการณ์ กล่าวคือจะมีสถานการณ์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้จากนั้นจะมีข้อคำถามให้พิจารณาเขียนคำตอบซึ่งเป็นแบบความเรียงตามทักษะการคิดที่เป็นองค์ประกอบของความคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ทักษะ โดยแต่ละทักษะจะมีคำถามย่อยเพื่อวัดลักษณะการคิดจำนวน 4 คำถามย่อย ดังนี้

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	คำถามวัดลักษณะการคิด
1. ทักษะการตระหนักถึงปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การนิยามปัญหา 3. การระบุประเด็นของปัญหา 4. การวิเคราะห์สภาพปัญหา
2. ทักษะการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การพิจารณาเลือกข้อมูลเป็นจริง/เท็จ 2. การระบุความสำคัญของข้อมูล 3. การใช้เกณฑ์ในการเลือกข้อมูล 4. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล
3. ทักษะการกำหนดสมมติฐานที่จะนำไปสู่ การค้นหาและการแก้ ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา 2. การตั้งคำถามที่ต้องการศึกษา 3. การสรุปสถานการณ์หรือเหตุการณ์ 4. การใช้เหตุผลอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์
4. ทักษะการรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลของการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. การวางแผนในการรวบรวมข้อมูล 2. การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติ 3. การตรวจสอบข้อผิดพลาดของข้อมูล 4. การพิจารณาโดยใช้หลักเหตุผลเลือกแหล่งข้อมูล

5. ทักษะการเลือกการตัดสินใจ นำไปใช้	<ol style="list-style-type: none"> 1. การพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหา 2. การให้เหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา 3. การอธิบายแนวทางการปฏิบัติในการแก้ปัญหา 4. การระบุวิธีการนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
6. ทักษะการพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจ เป็นไปได้ในอนาคต	<ol style="list-style-type: none"> 1. การระบุผลกระทบที่เกิดจากปัญหา 2. การให้เหตุผลเกี่ยวกับการเพิ่มหรือการลดของ ปัญหา 3. การคาดคะเนแนวโน้มของการเกิดปัญหา 4. การอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นของปัญหาในอนาคต

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาสนใจใช้แบบวัดตามรูปแบบของของ บงกชกร ทับเที่ยง (2546, หน้า 27-29) ที่ได้พัฒนาแบบฝึกความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยได้ยึดแนวคิดของ เอนนิส (Ennis) มาเป็นหลักสำหรับวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยชนิดกำหนดสถานการณ์ กล่าวคือจะมีสถานการณ์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้จากนั้นจะมีข้อความให้พิจารณาเขียนคำตอบซึ่งเป็นแบบความเรียงตามทักษะ การคิดที่เป็นองค์ประกอบของความคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ทักษะ โดยแต่ละทักษะจะมีคำถามย่อยเพื่อวัดลักษณะการคิด ดังนี้

6. ประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีประโยชน์ ดังนี้
 อุษณีย์ โพธิ์สุข (2545, หน้า 21) กล่าวว่า การที่ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณทำให้ผู้เรียนเกิดประโยชน์หลายด้าน ได้แก่

- (1) สามารถแยกแยะความแตกต่างว่า อะไรคือความรู้ อะไรคือความจริงหรืออะไรเป็นแค่ความคิดเห็น
- (2) รู้จักประมวลข้อมูล ประมวลความคิด
- (3) รู้จักจัดลำดับข้อมูล
- (4) รู้จักสรุปเหตุผลข้อมูล
- (5) รู้จักตั้งเป้าหมาย
- (6) รู้จักที่จะวางแผนงานล่วงหน้า
- (7) รู้จักเปิดใจเป็นกลาง ฟังความรอบด้าน ไม่ด่วนตัดสินใจโดยขาดข้อมูล
- (8) สามารถแก้ไขปัญหาลักษณะต่างๆ ได้ดี

นอกจากนี้ข้อมูลจากศูนย์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (center for critical thinking) (1996) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือ

- (1) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานอย่างมีหลักการและเหตุผลให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพ
- (2) ช่วยให้ผู้เรียนประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
- (3) ส่งเสริมให้ผู้รู้จักประเมินตนเองอย่างมีเหตุผล
- (4) ช่วยให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาของมีความหมายและเป็นประโยชน์
- (5) ช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา
- (6) ช่วยฝึกให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ค้นหาความรู้ ทฤษฎีหลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุป
- (7) ช่วยฝึกให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย
- (8) ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างลุ่มลึก สมเหตุสมผล
- (9) ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา ความรับผิดชอบ ระเบียบวินัย
- (10) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่านเขียน พูด ฟัง ได้ดี
- (11) ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องใน สถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงสู่ยุคสารสนเทศ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ การดำเนินชีวิตและการ ทำงานร่วมกับผู้อื่นครูจึงควรมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด ความสามารถในการคิดอย่างมี

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

1. ความหมายของโครงงาน นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายหลาย ดังนี้

จิราภรณ์ สิริทวี (2542, หน้า 3) ได้กล่าวว่า โครงงานเป็นการให้นักเรียนรู้จักวิธีการ ทำโครงงานวิจัยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพ ระเบียบ วิธีดำเนินการเป็นระเบียบ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์หลักของการสอนแบบ โครงงานต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการสังเกต รู้จักการตั้งสมมติฐาน รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง เพื่อตอบคำถามที่ตนอยากรู้ รู้จักสรุปและทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบโครงงานอาจ จัดในเวลาเรียนก็ได้

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542, หน้า 18) ได้กล่าวว่า โครงการเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นในหัวข้อที่กำลังเรียน การศึกษาค้นคว้านี้อาจทำเป็นรายบุคคล เป็นทีม ลักษณะที่สำคัญของโครงการคือ การศึกษาที่มุ่งเพื่อหาคำตอบให้กับข้อสงสัยในเรื่องนั้นๆที่นักเรียนหรือกลุ่มเพื่อนนักเรียนตั้งข้อสงสัยขึ้นมา เป้าหมายของโครงการ คือให้ได้เรียนรู้มากขึ้นในเรื่องนั้นๆมากกว่าที่จะค้นหาคำตอบที่ถูกต้องเพื่อตอบคำถามของครู การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เรียนวิชาการเรียนรู้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองรวมทั้งปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้อันจะนำไปสู่การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ในที่สุด การเรียนรู้แบบโครงการนี้ใช้โครงการเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (project centered learning) หมายถึง ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม โครงการร่วมกับเพื่อน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ของโครงการทำให้สมาชิกต้องมีการช่วยเหลือกันในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลตามต้องการฝึกการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มเน้นกระบวนการคิดตัดสินใจ วางแผนการทำงานด้วยวิธีการปฏิบัติจริง เพื่อเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ลัดดา กุ๋เกียรติ (2544, หน้า 27) ได้กล่าวว่า โครงการเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของนักเรียนที่อยากจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลายสิ่งซึ่งสงสัยและอยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจนหรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆให้มากขึ้นกว่าเดิมโดยใช้ทักษะกระบวนการและปัญหาหลายๆด้านมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบและขั้นตอนต่อเนื่องมีการวางแผนการศึกษาอย่างละเอียดแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น

กรมวิชาการ (2545, หน้า 1) ได้กล่าวว่า โครงการหมายถึงกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถความถนัดและตามความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นใดไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าคำตอบในเรื่องนั้นๆ โดยมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิดตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้าดำเนินการวางแผน กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและการนำเสนอผลงาน โดยทั่วไปในการทำโครงการสามารถทำได้ทุกระดับชั้นอาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้

สรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยการทำโครงการ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองเรียนรู้สิ่ง

ต่างๆจากการปฏิบัติจริง รู้จักบูรณาการความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่แต่ละคนมีมาช่วยกันทำกิจกรรมโครงการให้ประสบความสำเร็จรวมทั้งปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้อันจะนำไปสู่การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ได้ในที่สุด

2. หลักการของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการคณิตศาสตร์

การทำโครงการคณิตศาสตร์มีผู้ให้คำจำกัดความไว้ ดังนี้

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542, หน้า 6-7) ได้กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง เพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหาหรือเกิดความสงสัยในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในลักษณะของการศึกษา ค้นคว้า ทดลองประดิษฐ์ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยมีครูคอยกระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

วิสุทธิ คงกัลป์ (2550, หน้า 40-43) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่ง ที่เสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถคิดทำได้อย่างอิสระในเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยอาจเป็นโครงการที่เนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรงหรือเป็นโครงการที่สามารถประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ เช่น โครงการนี้จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอิสระและช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

พงศธร มหาวิจิตร (2552, หน้า 32-37) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้หลักการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นที่ตนเองสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถความถนัดและความสนใจอย่างเป็นอิสระด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัย โดยมีครูผู้สอนและ / หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาและแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดหมายที่วางไว้ อาจเป็นโครงการเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้

จากความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ข้างต้นพอที่สรุปได้ว่า โครงการคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ครูจัดให้กับผู้เรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนสามารถคิดทำได้อย่างอิสระตามความสนใจของผู้เรียนด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำการให้คำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากครูที่ปรึกษา โดยอาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

3. หลักการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

ลักษณะของโครงการ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542, หน้า 4) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของโครงการไว้ ดังนี้

- (1) เป็นเรื่องที่น่าสนใจ สนใจ สงสัย ต้องการหาคำตอบ
- (2) เป็นการเรียนรู้ที่มีกระบวนการ มีระบบ ครอบคลุมกระบวนการ
- (3) เป็นการบูรณาการการเรียนรู้
- (4) นักเรียนใช้ความสามารถหลายด้าน
- (5) มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง
- (6) มีการศึกษาอย่างลุ่มลึกด้วยวิธีการและแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
- (7) เป็นการแสวงหาความรู้และสรุปความรู้ด้วยตนเอง
- (8) มีการนำเสนอ โครงการงานด้วยวิธีการที่เหมาะสมในด้านกระบวนการและผล

ค้นพบ

- (9) ข้อค้นพบ สิ่งที่ค้นพบสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2543, หน้า 198) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของ
โครงการงานไว้เช่น ดังนี้

- (1) ผู้เรียนได้เลือกเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเป็นรายบุคคล
หรือกลุ่มก็ได้
- (2) ผู้เรียนเป็นผู้เลือกวิธีการศึกษาและแหล่งความรู้
- (3) ผู้เรียนเป็นผู้ศึกษาหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน
- (4) การศึกษานั้นมีการเชื่อมโยงหรือบูรณาการระหว่างความรู้ / ทักษะ / ประสบ
การณ์เดิมกับสิ่งใหม่
- (5) ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียน

นอกจากลักษณะสำคัญของโครงการงานดังกล่าวแล้ว วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาณะ
ทิพย์ศิริ (2543, หน้า 4) ได้แบ่งลักษณะของโครงการงานออกเป็น 2 ลักษณะพอจะสรุปได้ ดังนี้

- (1) โครงการงานตามสาระการเรียนรู้ เป็นโครงการที่ผู้เรียนเลือกหัวข้อที่จะศึกษาโดยมี
กรอบการทำงานภายใต้จุดประสงค์ของการเรียนรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องมากำหนดเป็นหัวข้อ
โครงการงาน
- (2) โครงการงานตามความสนใจ เป็นโครงการที่ผู้เรียนสนใจจะศึกษาในเรื่องใดเรื่อง
หนึ่งเป็นพิเศษซึ่งอาจอยู่นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ในบทเรียนแต่ใช้ประสบการณ์จากการ
เรียนรู้ไปแสวงหาคำตอบในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ

4. ประเภทของโครงการ

โครงการคณิตศาสตร์นั้นสามารถแบ่งได้เป็นรูปแบบแตกต่างกัน ดังนี้

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542, หน้า 91-92) ได้จัดแบ่งโครงการออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 4 ประเภทตามลักษณะของการปฏิบัติหรือการได้มาซึ่งคำตอบ ดังนี้

(1) โครงการที่เป็นการสำรวจรวบรวมข้อมูล โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆอย่างมีระบบ เพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวชัดเจนยิ่งขึ้น การปฏิบัติตามโครงการนี้ผู้เรียนจะต้องไปศึกษารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจ โดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา

(2) โครงการที่เป็นการค้นคว้าทดลอง โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะโดยการออกแบบโครงการในรูปของการทดลอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้างด้วยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา การทำโครงการประเภทนี้จะมีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งวัตถุประสงค์หรือสมมติฐาน การออกแบบทดลอง การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปรผลและสรุปผลการทดลอง

(3) โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนหรือขัดแย้งหรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ซึ่งความรู้ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือตามกติกา / ข้อตกลงที่กำหนดขึ้นมาเองหรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายข้อความรู้ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ก็ได้โครงการที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่นี้ผู้ทำโครงการต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้นๆเป็นอย่างดีหรือต้องมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาประกอบอย่างลึกซึ้งจึงจะทำให้สามารถกำหนดความรู้ทฤษฎี หลักการแนวคิดใหม่ๆขึ้นได้

(4) โครงการที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงานหรือการใช้สอยอื่นๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำหรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปกว่าที่เป็นอยู่รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่างๆ โครงการที่เป็น

การประดิษฐ์คิดค้นนี้จะครอบคลุมเรื่องต่างๆทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา สังคม อาชีพ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ในการดำเนินการสอนแบบโครงงาน ได้มีนักการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนไว้ ดังนี้
สวัตน์ มุทเมธา (2540, หน้า 195) ได้เสนอขั้นตอนในการสอนแบบโครงงานว่า ควรดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

(1) ปัญหาหรือความต้องการ ผู้เรียนต้องมีปัญหาหรือความต้องการในอันที่จะทำงานตามโครงงานใด โครงงานหนึ่งออกมา

(2) กำหนดจุดประสงค์การทำงานตามโครงงานนั้นให้ชัดเจน

(3) ผู้เรียนวางแผนการทำงานให้สำเร็จตามจุดประสงค์ของโครงงาน

(4) เสนอแผนงานที่กำหนดเรียบร้อยแล้วต่อครูผู้สอน ครูและนักเรียนพิจารณาแผนร่วมกัน ครูให้แนวคิดและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแผน

(5) ดำเนินงานตามแผนและขั้นตอนที่กำหนด เมื่อมีปัญหา อุปสรรค ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็อภิปรายปัญหาร่วมกัน มีครูเป็นที่ปรึกษาแนะนำ ครูต้องให้ผู้เรียนใช้ความคิด และการตัดสินใจของตนเองให้มากที่สุด

(6) ประเมินผล ให้ผู้เรียนประเมินผลงานของตนเอง

บำรุง กลัดเจริญ และ จิวรรณ กินาวงศ์ (2543, หน้า 190) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีสอนแบบโครงงานไว้ ดังนี้

(1) ขึ้นกำหนดความมุ่งหมายใหม่ (purposing) เป็นขึ้นกำหนดความมุ่งหมายและลักษณะของโครงงาน โดยผู้สอนเป็นผู้ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดเอง

(2) ขึ้นวางแผน (planning) ผู้เรียนช่วยกันวางแผนว่าทำอะไรจึงบรรลุจุดมุ่งหมาย ช่วยกันพิจารณาหาวิธีการต่างๆแล้วจึงเลือกทำกิจกรรมที่เหมาะสม ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีคุณค่าทางการศึกษาแก่เด็กเป็นอย่างยิ่ง

(3) ขึ้นดำเนินการ (executing) ผู้เรียนเริ่มงานตามแผน โดยทำกิจกรรมตามที่ตกลงไป

(4) ขึ้นประเมินผล (evaluating) ผู้เรียนทำการประเมินผลว่ากิจกรรมหรือโครงงานที่ทำนั้นบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

ยุพิน พิพิธกุล (2546, หน้า 163) ได้กล่าวถึงข้อที่ควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานมี ดังนี้

- (1) วิธีสอนแบบโครงงานไม่ควรใช้พร่ำเพรื่อ
- (2) ครูควรได้ร่วมวางโครงงานในระยะต้นกับนักเรียนแล้วให้นักเรียนไปดำเนินการเองและให้ข้อเสนอแนะบางโอกาส
- (3) การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อทำโครงงานควรใช้ดุลพินิจให้ดีเพราะมีทั้งนักเรียนเก่งและอ่อน
- (4) ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูจะต้องรอบคอบในการที่จะมอบงานอาจจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงานที่ต่างกัน
- (5) ควรเลือกเนื้อหาให้เหมาะสม การวางโครงงานนั้นอาจใช้เนื้อหาที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่หรืออาจเป็นเรื่องทั่วไปก็ได้

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวในการทดลองครั้งนี้ผู้รายงานได้สรุปขั้นตอนวิธีสอนแบบโครงงานเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) ขั้นนำเสนอ (presenting) เป็นขั้นที่ครูเสนอเหตุการณ์ สถานการณ์หรือกรณีตัวอย่างให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะวางโครงงานในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง มีการแบ่งหน้าที่กัน เช่น ประธานกรรมการ คณะกรรมการ เลขานุการ และผู้รายงาน
- (2) ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมาย (purposing) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการเลือกปัญหาและนำมาตั้งจุดมุ่งหมายว่าต้องการทำอะไร เพื่ออะไร
- (3) ขั้นวางแผน (planning) นักเรียนวางแผนเขียนโครงงานตามที่ได้ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ซึ่งการวางแผนจะเป็นลักษณะการเขียนเค้าโครงของโครงงานประกอบไปด้วย
 - (3.1) ชื่อโครงงาน
 - (3.2) ชื่อผู้จัดทำโครงงาน
 - (3.3) ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน
 - (3.4) ระยะเวลาในการทำโครงงาน
 - (3.5) เหตุผลในการทำโครงงาน
 - (3.6) จุดประสงค์ของการทำโครงงาน
 - (3.7) ขั้นตอนการทำงาน
 - (3.8) วัสดุอุปกรณ์
- (4) ขั้นดำเนินการตามแผนงาน (executing) เป็นขั้นที่ปฏิบัติตามโครงงานที่วางแผนไว้รวมทั้งการเขียนรายงานเมื่อการดำเนินโครงงานตามแผนงานแล้วเสร็จ

(5) ชั้นประเมินผล (evaluation) เป็นชั้นรายงานผลการดำเนินงานและการปฏิบัติ ตามโครงการ การอภิปรายและการประเมินผลโครงการที่เสร็จสิ้นลงไป โดยให้ประเมินตนเอง ประเมินโดยเพื่อนและประเมินโดยครูว่า โครงการที่ได้จัดทำขึ้นบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่มากนัก้อย เพียงใด มีปัญหาอะไรบ้างและในการจัดทำโครงการผู้เรียนได้รับประโยชน์ในด้านต่างๆอย่างไรบ้าง

6. แนวทางปฏิบัติในการสอนนักเรียนให้ทำโครงการ

โครงการ เป็นการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการเรียนรู้ ด้วยการปฏิบัติจริง การจัดการเรียนรู้จากโครงการจึงสามารถนำไปจัดได้กับทุกกลุ่มประสบการณ์และทุกรายวิชา โดยสามารถจะจัดเป็นโครงการที่เป็นการบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์ / รายวิชาหรือเป็นโครงการที่เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์ / รายวิชาแนวทางการปฏิบัติ

(สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542, หน้า 19 – 23) ได้ให้ความหมายมี ดังนี้

(1) โครงการที่เป็นการบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์ / รายวิชา เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของกลุ่มประสบการณ์ / รายวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะการปฏิบัติโครงการที่มีลักษณะเป็นการบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์หรือภายในวิชา ผู้สอนต้องร่วมกับผู้เรียนวิเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการตามที่ระบุไว้ว่ามีขั้นตอนอะไรบ้างและในการปฏิบัติตามขั้นตอนแต่ละขั้นตอนนี้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อะไรตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในข้อใดของกลุ่มประสบการณ์ / รายวิชานั้นๆ การวิเคราะห์ในลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดเวลาสำหรับการปฏิบัติโครงการภายในภาคเรียนหรือปีนั้นๆ ได้ว่าจะใช้เวลาเท่าไร ส่วนเวลาที่เหลือจะได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้ขณะที่ปฏิบัติโครงการ ซึ่งจากการวิเคราะห์ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนมีความมั่นใจได้ว่า ได้เรียนรู้ครบตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรทั้งจากการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติโครงการและเรียนรู้จากการเรียนการสอนของผู้สอนในห้องเรียนสำหรับครู-อาจารย์ที่จะเป็นที่ปรึกษาโครงการที่เป็นการบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์หรือภายในรายวิชานี้ อาจเป็นผู้ที่รับผิดชอบในการสอนกลุ่มประสบการณ์หรือรายวิชาดังกล่าวเป็นผู้รับผิดชอบ

(2) โครงการที่เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์หรือข้ามรายวิชาโครงการที่เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์หรือข้ามรายวิชาเป็นโครงการที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะจากหลายๆกลุ่มประสบการณ์หรือหลายๆวิชามาดำเนินโครงการ การปฏิบัติโครงการที่เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์หรือข้ามวิชานี้มีแนวปฏิบัติเช่นเดียวกับโครงการที่เป็น

การบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์หรือภายในวิชาเพียงแต่ว่าผู้สอนแต่ละกลุ่มประสบการณ์หรือแต่ละวิชาจะต้องมาร่วมกัน ผู้เรียนวิเคราะห์ว่าในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของโครงการนั้นผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้เนื้อหาในกลุ่มประสบการณ์ใดหรือรายวิชาใด และในจุดประสงค์การเรียนรู้ใดได้บ้าง เพื่อที่จะทำให้ทราบได้ว่าขณะผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมต่างๆตามที่วางไว้ในขั้นตอนโครงการนั้นสามารถจะเรียนรู้ตามประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มประสบการณ์หรือวิชาอื่นๆด้วย สำหรับเวลาในการปฏิบัติโครงการที่เป็น การบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์หรือข้ามวิชานี้ทุกกลุ่มประสบการณ์ / วิชาต้องจัดสรรเวลาเรียนของกลุ่ม / วิชาจำนวนที่วิเคราะห์จากขั้นตอนการดำเนินงานแล้วนำเอาเวลาดังกล่าวมารวมกัน เพื่อจัดเวลาสำหรับการปฏิบัติโครงการส่วนที่เหลือก็นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามปกติของแต่ละกลุ่มประสบการณ์หรือแต่ละวิชา

(3) จำนวนผู้ปฏิบัติโครงการแต่ละโครงการควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกตามความถนัด ความสนใจและความสมัครใจ กลุ่มละ 3-5 คน ในการปฏิบัติโครงการแต่ละโครงการและสถานศึกษาต้องจัดให้มีครู-อาจารย์ที่มีความรู้ ความสามารถ ความถนัดหรือมีความสนใจทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาโครงการคอยให้คำแนะนำ ปรึกษา ช่วยเหลือการปฏิบัติงานของผู้เรียนรวมทั้งทำหน้าที่ประเมินผลการปฏิบัติงานโครงการของผู้เรียนด้วย

(4) ระยะเวลาการปฏิบัติงานโครงการสามารถพิจารณาได้ตามความเหมาะสม แต่ควรสิ้นสุด ภายใน 1 ภาคเรียน หรือ 1 ปีการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการวัดผลประเมินผลการปฏิบัติงานโครงการอาจแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะวางแผน เป็นระยะเวลาสำหรับการดำเนินงานตามขั้นตอนในขั้นตอนที่ 1-3 ระยะการปฏิบัติงาน เป็นระยะเวลาสำหรับการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 4 ระยะการสรุปประเมิน เป็นระยะเวลาสำหรับการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 5- 6 การกำหนดเวลาสำหรับการปฏิบัติโครงการทั้ง 3 ระยะสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะของโครงการ และสอดคล้องกับเวลาเรียนที่มีอยู่ ซึ่งในบางครั้งอาจใช้นอกเวลาเรียนได้ตามความจำเป็น

7. ขั้นตอนการทำโครงการ

โครงการ เป็นกิจกรรมที่ต้องกระทำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้นโครงการซึ่งผู้เรียนต้องเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งสิ้น โดยมีครู-อาจารย์ที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำ เสนอแนะ และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา

(สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542, หน้า 13 – 18)

ในขั้นการดำเนินงานโครงการ มีขั้นตอนที่สำคัญประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่อง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงาน

ขั้นตอนที่ 6 การแสดงผลงาน

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวเรื่อง

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการคิดหาหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ โดยผู้เรียนต้องตั้งต้นด้วยคำถามที่ว่า

- จะศึกษาอะไร
- ทำไมต้องศึกษาเรื่องดังกล่าว

สิ่งที่จะนำมากำหนดเป็นหัวข้อเรื่องโครงการจะได้มาจาก ปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นในเรื่องต่างๆ ของผู้เรียนเองซึ่งเป็นผลจากการที่ผู้เรียนได้อ่านหนังสือ เอกสาร บทความ ขอมพ์ความคิดเห็น การบรรยาย การสนทนา หรือจากการที่ได้ไปดูงานทัศนศึกษาชม นิทรรศการหรือสังเกตจากปรากฏการณ์ต่างๆรอบข้าง

หัวเรื่องของโครงการ ต้องเป็นเรื่องที่เฉพาะเจาะจง และชัดเจนว่าโครงการนี้ทำอะไร และควรเน้นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรือมีความคุ้นเคยกับเรื่องดังกล่าว เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาในการศึกษาพอสมควรที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการดำเนินงานต่อจากขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องนี้รวมไปถึงการขอคำปรึกษาหรือข้อมูลรายละเอียดอื่นๆจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เกี่ยวข้องทุกระดับรวมทั้งการสำรวจวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในรายละเอียดต่างๆของเนื้อหาต่างๆที่เกี่ยวข้องเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งทำให้เห็นถึงขอบข่ายของภาระงานที่จะดำเนินการของโครงการที่จะทำ

ผลที่ได้จากการดำเนินงานขั้นตอนนี้จะช่วยทำให้ได้แนวคิดในการกำหนดขอบข่ายหรือเค้าโครงของเรื่องที่จะศึกษาชัดเจนว่า

- จะทำอะไร
- ทำไมต้องทำ
- ต้องการให้เกิดอะไร
- ทำอย่างไร

- ใช้ทรัพยากรอะไร
- ทำกับใคร
- เสนอผลอย่างไร

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการสร้างแผนที่มีความคิดเป็นการนำเอาภาพของงานและภาพความสำเร็จของโครงการที่วิเคราะห์ไว้มาจัดทำรายละเอียด เพื่อแสดงแนวคิด แผน และขั้นตอนการทำโครงการ

การดำเนินงานในขั้นนี้อาจใช้การระดมสมองเป็นการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น รวมทั้งได้ทราบถึงบทบาทและระยะเวลาในการดำเนินงาน เมื่อเกิดความชัดเจนแล้วจึงนำเอามากำหนดเขียนเป็นเค้าโครงของโครงการ

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการดำเนินงานหลังจากที่โครงการที่ได้รับการความเห็นชอบจากครู-อาจารย์ที่ปรึกษา และได้รับการอนุมัติจากสถานศึกษาแล้ว ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนดไว้ในเค้าโครงของโครงการและระหว่างการปฏิบัติงาน ผู้เรียนต้องปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ คำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน ตลอดจนคำนึงถึงสภาพแวดล้อมด้วย

ในระหว่างการปฏิบัติงานตามโครงการ ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้อย่างละเอียดว่าทำอะไรได้ผลอย่างไร ปัญหา อุปสรรคและแนวทางการแก้ไขอย่างไร การบันทึกข้อมูลดังกล่าวนี้ต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ ระเบียบ เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการดำเนินงานในโอกาสต่อไปด้วย

การปฏิบัติกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในขั้นตอนการดำเนินงานในโครงการถือว่าเป็นการเรียนรู้เนื้อหาฝึกทักษะต่างๆตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้และการปฏิบัติโครงการควรใช้เวลาดำเนินการในสถานศึกษามากกว่าที่จะทำที่บ้าน

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงาน

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินงานโครงการ เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบถึงแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลที่ได้รับ ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับโครงการ

การเขียนรายงาน ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน และครอบคลุมประเด็นสำคัญของโครงการที่ปฏิบัติไปแล้วโดยอาจเขียนในรูปแบบของสรุปรายงานผลซึ่งอาจประกอบด้วย

หัวข้อต่างๆ ดังนี้ บทคัดย่อ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินงาน ผลการศึกษา สรุปและอภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และตารางที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 6 การแสดงผลงาน

การดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ เป็นการนำเสนอผลการดำเนินงาน โครงการทั้งหมดมานำเสนอให้ผู้อื่น ได้ทราบซึ่งผลผลิตที่ได้จากการดำเนินโครงการประเภทต่างๆ มีลักษณะเป็นเอกสาร รายงาน ชิ้นงาน แบบจำลอง ฯลฯ ตามประเภทของโครงการที่ปฏิบัติ

การแสดงผลงาน ซึ่งเป็นการนำเอาผลการดำเนินงานมาเสนอแนะสามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการหรือทำเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ การจัดทำเป็นสื่อมัลติมีเดียและอาจนำเสนอในรูปแบบของการนำเสนอแบบแสดงผลงาน การนำเสนอด้วยวาจา รายงาน บรรยาย ฯลฯ

ในการดำเนินงานตามขั้นตอนการทำโครงการที่กล่าวมานี้สามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติในแต่ละระดับ

ในระดับชั้นต้นๆควรมีครู-อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นผู้คอยให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดและการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนควรง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อน

ส่วนในระดับสูงๆที่สามารถอ่านออกเสียงได้ควรเน้นเรื่องของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบ การตัดสินใจและการปฏิบัติ

8. รูปแบบการเขียนรายงานเกี่ยวกับโครงการ

การเขียนรายงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เป็นวิธีสื่อความหมายที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง เพื่อให้คนอื่น ๆ เข้าใจถึงแนวความคิด วิธีการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุป และข้อเสนอแนะต่างๆเกี่ยวกับโครงการนั้น

การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆและตรงไปตรงมาโดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, ม.ป.ป., หน้า 95)

- (1) ชื่อโครงการ
- (2) ชื่อผู้ทำโครงการ
- (3) ชื่อที่ปรึกษาโครงการ
- (4) บทคัดย่อ อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการและผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปต่างๆอย่างย่อๆ ประมาณ 300-350 คำ
- (5) ที่มาและความสำคัญของโครงการ อธิบายถึงความสำคัญของโครงการ เหตุผลที่เลือกทำโครงการนี้และหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เรื่องที่ว่าเป็นเรื่องใหม่หรือมี

ผู้อื่นเคยศึกษามาบ้างแล้วถ้ามี ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติมหรือปรับปรุงจากเรื่องที่ผู้อื่นเคยทำไว้อย่างไรบ้าง หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

(6) จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

(7) สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

(8) วิธีการดำเนินการอาจแบ่งเป็น 2 ข้อย่อย คือ

(8.1) วัสดุอุปกรณ์

(8.2) วิธีดำเนินการทดลอง

(9) ผลการศึกษาค้นคว้านำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่างๆที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์และข้อมูลที่วิเคราะห์ไว้ด้วย

(10) สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่าข้อมูลที่ได้นับสนุน คัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือยังสรุปไม่ได้และควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของโครงการ หรือข้อสังเกตที่สำคัญ หรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้หรือรวมทั้งเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขหากมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคต

(11) คำขอบคุณ โครงการส่วนใหญ่มักจะเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ดังนั้น เพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศของความร่วมมือจึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

(12) เอกสารอ้างอิง อ้างอิงจากหนังสือหรือเอกสารต่างๆที่ผู้ทำโครงการได้ค้นคว้า หรืออ่าน เพื่อศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและรายละเอียดต่างๆที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการ

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการเขียนรายงานควรตระหนักไว้อยู่เสมอ คือ ควรเขียนรายงานให้ชัดเจน ใช้ศัพท์เทคนิคที่ถูกต้อง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมประเด็นสำคัญๆ ทั้งหมดของโครงการ

9. การวัดและประเมินผลโครงการ

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2544, หน้า 2) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินโครงการในระดับประถมศึกษาว่า มุ่งให้นักเรียนได้รับการประเมินจากบุคคลทั้ง 3 ฝ่าย คือ ตัวนักเรียนเอง เพื่อน และครู โดยมีแนววิธีการประเมินผลโครงการ ดังนี้

(1) ประเมินโดยตัวเองมุ่งให้นักเรียนบอกถึงความพึงพอใจในงานที่ทำรวมทั้งข้อเสนอแนะที่คิดว่าควรปรับปรุง

(2) ประเมินโดยเพื่อน มุ่งให้ประเมินโครงการในด้านความน่าสนใจ น่าเชื่อถือ และประโยชน์ว่ามีมากน้อยเพียงใด

(3) ประเมินโดยครู มุ่งให้ครูตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงาน ความสอดคล้องของงาน รูปแบบและวิธีการนำเสนอ รวมถึงประโยชน์ต่างๆว่ามีมากน้อยเพียงใด

การปฏิบัติโครงการ ซึ่งถือว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการปฏิบัติจริงของผู้เรียนแนวทางการประเมินผลการปฏิบัติโครงการของผู้เรียนซึ่งถือได้ว่าเป็นการประเมินตามสภาพจริง เป็นวิธีการค้นหาความสามารถ และความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน (สุชาติ วงศ์สุวรรณ, 2542, หน้า 24-25)

การประเมินผลโครงการมีกรอบแนวทางการประเมิน ดังนี้

(1) ประเมินอะไร

(1.1) การแสดงออกถึงผลของความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

(1.2) กระบวนการเรียนรู้

(1.3) กระบวนการทำงาน

(1.4) ผลผลิต / ผลงาน / ชิ้นงาน

(2) ประเมินเมื่อใด

(2.1) อย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงการ

(2.2) ตามสภาพจริง

(2.3) เป็นธรรมชาติ

(3) ประเมินจากอะไร

(3.1) ผลงาน (เอกสาร ชิ้นงาน ฯลฯ)

(3.2) การทดสอบ

(3.3) แบบบันทึกต่างๆ (การสังเกต ความรู้สึก สัมภาษณ์ ฯลฯ)

(3.4) แฟ้มสะสมผลงาน

(3.5) หลักฐานหรือร่องรอยอื่น

(4) ประเมินโดยใคร

(4.1) ตัวผู้เรียน

(4.2) เพื่อน

(4.3) ครู

- (4.4) ผู้ปกครอง
- (4.5) ผู้เกี่ยวข้องอื่น
- (5) ประเมินโดยวิธีใด
 - (5.1) สังเกต
 - (5.2) สัมภาษณ์
 - (5.3) ตรวจสอบรายงาน
 - (5.4) ตรวจสอบผลงาน
 - (5.5) ทดสอบ
 - (5.6) รายงาน
 - (5.7) นิทรรศการ

จากกรอบแนวทางการประเมินโครงการที่กล่าวมาแล้ว ในการประเมินผลการปฏิบัติโครงการของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นโครงการที่เป็นการบูรณาการภายในกลุ่มประสบการณ์ / วิชา หรือบูรณาการข้ามกลุ่มประสบการณ์ / ข้ามวิชาสามารถนำมาใช้เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน และประเมินผลเพื่อตัดสินการเรียน

การประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน การปฏิบัติงานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงซึ่งต้องจัดให้มีการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียนตลอดเวลา ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆแล้วนำผลนั้นมาพัฒนา ปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นเรื่อยๆ มีการจดบันทึกตลอดจนใช้แฟ้มสะสมงาน

การประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนซึ่งเป็นการสรุปความสำเร็จของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มประสบการณ์รายวิชาต้องนำเอาผลการประเมิน ไปคิดเป็นระดับผลการเรียนตามที่กำหนดสำหรับแต่ละระดับ

10. คุณค่าของวิธีสอนแบบโครงการ

สุวัฒน์ มุทฺธเมธา (2540, หน้า 194-195) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการสอนแบบโครงการไว้ ดังนี้

- (1) เป็นการสอนที่มุ่งให้ปฏิบัติจริง ทำจริงไม่เพียงแต่เรียนรู้ทางทฤษฎีเท่านั้น
- (2) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในกระบวนการทำงานจริงๆ เริ่มตั้งแต่ร่วมคิดค้นวางแผน การหาข้อมูล อุปกรณ์ต่างๆ การแบ่งงานและการร่วมมือกันทำงานการประสานงานจนกระทั่งการประเมินผลงาน
- (3) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนช่วยตัวเองมากกว่าการพึ่งอาศัยผู้อื่น

(4) ฝึกให้ร่วมมือประสานงานกัน ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุจุดประสงค์เป็นการฝึก ประชาธิปไตยและการอยู่ร่วมกันในสังคมไปด้วย

(5) มีประโยชน์อย่างยิ่งในการฝึกให้ผู้เรียนมีนิสัยรักการทำงาน มีความขยัน และ ความรับผิดชอบในการทำงาน

(6) เป็นการฝึกทักษะต่างๆจากการปฏิบัติจริง เช่น ทักษะการใช้เครื่องมือ การหา ข้อมูล การทำงานร่วมกัน การตัดสินใจ การแก้ปัญหา เป็นต้น

(7) ทำให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน เพราะผลการเรียนใช้ ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2545, หน้า 143) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการสอน แบบโครงการไว้เช่นกันมี ดังนี้

(1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงาน

(2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีวิธีการทำงานอย่างมีแผนและทำงานตามแผนที่วางไว้

(3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

(4) ผู้เรียนสามารถนำโครงการที่ทำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง

(5) ฝึกฝนกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ กรณีที่เป็นโครงการรายบุคคล

(6) กรณีที่เป็นโครงการระดับกลุ่มจะส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานกลุ่มจาก

คุณค่าของการสอนแบบโครงการดังกล่าวสรุปได้ว่า การให้ผู้เรียนจัดทำโครงการที่กลุ่มร่วมกัน คิดปัญหาหรือหัวข้อโครงการขึ้นนั้นจะช่วยให้เรียนได้รู้จักกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ทำงานด้วยตัวเองมีการประสานความร่วมมือกับผู้อื่นเพื่อขจัดปัญหาที่เกิดขึ้น ในขณะที่ช่วย ให้มีจิตใจเป็นประชาธิปไตย นั่นคือ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นมีความรับผิดชอบในการ ทำงานมากยิ่งขึ้นนอกจากนี้ปัญหาในการจัดทำโครงการได้นำมาจากสภาพปัญหาจริงใน ชีวิตประจำวัน ซึ่งเมื่อผู้เรียนทำโครงการเสร็จสิ้นไปแล้วจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำประสบการณ์ ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน

11. บทบาทของครูและผู้เรียนในการสอนแบบโครงการ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2543, หน้า 204-205) ได้เปรียบเทียบบทบาทของ ผู้เรียนและครูในการเรียนรู้โดยโครงการ

บทบาทของผู้เรียน

(1) กำหนดหัวข้อ / เรื่อง / ประเด็นที่น่าสนใจหรือข้อสงสัย

(2) ค้นคว้า รวบรวมหลักฐานทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- (3) ออกแบบวิธีการเรียนรู้หรือการศึกษาหาคำตอบ
- (4) สร้างเครื่องมือ เตรียมวัสดุอุปกรณ์
- (5) ปฏิบัติการศึกษาค้นคว้า ทดลองตามแผนที่กำหนดและบันทึกรวบรวมข้อมูล
- (6) วิเคราะห์ข้อมูล / หาข้อสรุป / อภิปรายผล
- (7) ออกแบบการนำเสนอ / เขียนรายงาน
- (8) ประเมินผลงานของตนเองหรือผลงานกลุ่ม
- (9) เผยแพร่ผลงาน / แลกเปลี่ยนการเรียนรู้

บทบาทของครู

- (1) กระตุ้นให้ผู้เรียนเลือกปัญหาที่น่าสนใจอยากรู้ อยากเรียน อยากหาคำตอบ
- (2) เสนอแนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้อง
- (3) เป็นที่ปรึกษา / ตรวจสอบ แบบแผนวิธีการเรียนรู้ เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์
- (4) อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือประสานงาน
- (5) สังเกตการปฏิบัติ ให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสาระความรู้ต่างๆ
- (6) ร่วมวิเคราะห์ อภิปรายและให้ข้อคิดเห็น
- (7) ตรวจสอบ เสนอแนวทาง / วิธีการนำเสนอข้อมูล
- (8) ประเมินผลงานของนักเรียน
- (9) จัดสถานการณ์ / โอกาสเผยแพร่ผลงาน / แลกเปลี่ยนความรู้

นอกจากนี้ วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาฆะ ทิพย์ศิริ (2543, หน้า 14) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในฐานะครูที่ปรึกษาโครงการไว้ ดังนี้

- (1) ใช้วิธีการต่างๆ ที่จะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหัวข้อเรื่องโครงการ
- (2) จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก วัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน
- (3) ติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิดเด็กวัยประถมศึกษาควรคำนึงถึงความปลอดภัย

เป็นสิ่งสำคัญ

- (4) ให้กำลังใจในกรณีที่ล้มเหลว ควรแก้ปัญหาต่อไป
- (5) ชี้แนะแหล่งข้อมูล แหล่งความรู้ ผู้รู้ เอกสารต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้า
- (6) ประเมินผลงาน ส่งผลงานเข้าร่วมประกวด จัดเวทีให้แสดงความรู้

ความสามารถ

จึงสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยโครงการ เป็นการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ลักษณะหนึ่งที่เป็นการเรียนรู้ที่ตอบสนองความสนใจ ความต้องการ ความถนัดของผู้เรียน

12. การเขียนแผนการสอนแบบโครงการ

เนื่องจากโครงการ คือ การแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการเขียนแผนการสอนประกอบการสอนก็ควรคำนึงถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแผนการสอนควรประกอบด้วย (วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาฆะ ทิพย์ศิริ, 2543, หน้า 22)

(1) วิเคราะห์หลักสูตรจุดประสงค์การเรียนรู้ (โครงการตามสาระการเรียนรู้) เวลา และกิจกรรม

(2) หากลวิธีการสอน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยึดหลักผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็นตามหลักการของกิจกรรมโครงการ

(3) จัดสื่อการเรียนรู้ให้ตามความเหมาะสม เน้นแหล่งความรู้เป็นที่ปรึกษา

(4) การวัดและประเมินผล ควรประเมินในประเด็นของหลักการว่า ข้อสอบคือการนำไปสู่ผลการศึกษาหรือผลงาน โครงการนำมาซึ่งความรู้ใหม่ นักเรียนที่มีผลงานควรได้รับการประเมินตามสภาพจริงทุกคน

(5) ในแผนการสอนไม่ควรจะเขียนรายละเอียดเป็นคาบแต่ควรจะเขียนรวมๆ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(5.1) สาระสำคัญ เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการที่ต้องการให้เรียนได้รับรู้หลังจากการเรียนรู้

(5.2) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการบอกให้ทราบว่าผู้สอนต้องการให้นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง

(5.3) เนื้อหาควรสรุปเรื่องที่ต้องการจะสอน

(5.4) กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์

(5.5) สื่อการเรียนการสอน เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียน

(5.6) การวัดผลประเมินผล ควรวัดจากการค้นคว้าความรู้ และสร้างความรู้ภาคภูมิใจแก่นักเรียน

(5.7) กิจกรรมเสนอแนะเป็นข้อเสนอในการเขียนแผนการสอนต่อไป หรืออาจเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมหรือลวิธีการสอนประกอบการสอนโครงการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 56) ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ : ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวนระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด : ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

เรขาคณิต : รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

พีชคณิต : แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชันเซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น : การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความ

น่าจะเป็นการใช้ ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆและช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. คุณภาพของผู้เรียนคณิตศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6)

กรมวิชาการ (2545, หน้า 4) ได้กล่าวว่า ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 2 ควรมีความรู้ความเข้าใจและความรู้ลึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาค่าประมาณเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

(1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนที่ และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

(2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

(3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัวและแก้สมการนั้นได้

(4) รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่างๆจากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ แผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้นและตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้น ในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆได้

(5) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดริเริ่ม

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษา อาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาให้กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้นหรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆเพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้น หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ยึดหลักการสำคัญดังนี้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศซึ่งแสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่างๆ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น รวมทั้งการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์

2. ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ข้อมูลสารสนเทศเหล่านี้ส่งเสริมให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบ จุดเด่น จุดด้อย ด้านการสอนและการเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาตน

หลักการของการประเมินผลการเรียนรู้

1. การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้งานหรือกิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และใช้การถามคำตอบ นอกจากการถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วควรถามคำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย เช่น การถามคำถามในลักษณะ “นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างไร” “ใครสามารถคิดหาวิธีการนอกเหนือไปจากนี้ได้อีก” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามซึ่งเน้นกระบวนการคิดทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนมีโอกาสได้พูดแสดงความคิดเห็นของตนแสดงความเห็นพ้องและโต้แย้งเปรียบเทียบวิธีการของตนกับของเพื่อนเพื่อเลือกวิธีการที่ดีในการแก้ปัญหาด้วยหลักการเช่นนี้ ทำให้ผู้สอนสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจและทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

2. การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้จุดประสงค์ และเป้าหมายการเรียนรู้ในที่นี้เป็นจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา และระดับชาติในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ประกาศไว้ในหลักสูตรเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องประเมินผลตามจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้เหล่านี้เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ผู้สอนต้องแจ้งจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมและปฏิบัติตนให้บรรลุจุดและเป้าหมายที่กำหนด

การประเมินผลทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อการเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ปรับตัวและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

3. ผู้สอนต้องออกแบบงานหรือกิจกรรมซึ่งส่งเสริมให้เกิดทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์อาจใช้วิธีการสังเกต สัมภาษณ์ หรือตรวจสอบคุณภาพผลงานเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน งานหรือกิจกรรมการเรียนบางกิจกรรมอาจครอบคลุมทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายด้าน งานหรือกิจกรรมจึงควรมีลักษณะต่อไปนี้

สาระในงานหรือกิจกรรมอาศัยการเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่องทางเลือกในการดำเนินงานหรือแก้ปัญหาได้หลายวิธี

เงื่อนไขหรือสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นปัญหาหลายเปิดที่ผู้เรียนมีความสามารถต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน

งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอในรูปแบบการพูด การเขียน การวาดรูป เป็นต้น

งานหรือกิจกรรมที่ใกล้เคียงสภาพจริงหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เป็นเพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้นแต่ควรใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การมอบหมายงานให้ทำเป็นการบ้าน การทำโครงการ การเขียนบันทึกโดยผู้เรียน การให้ผู้เรียนจัดทำแฟ้มสะสมผลงานของตนเอง หรือให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลายจะทำให้ผู้สอนมีข้อมูลรอบด้านเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อนำไปตรวจสอบกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องเลือกและใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบการเรียนรู้

การเลือกใช้เครื่องมือวัดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการประเมิน เช่น การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียน การประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนการสอนและประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน

การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนมีจุดประสงค์ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ และสาเหตุของข้อบกพร่อง และตรวจสอบความพอเพียงของความรู้และความสามารถที่เป็นพื้นฐานจำเป็นของผู้เรียน วิธีการประเมินควรใช้การสังเกต การสอบปากเปล่าหรือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทั้งนี้คำถามหรืองานที่ให้ผู้เรียนทำควรมุ่งไปที่เนื้อหาที่เป็นพื้นฐานจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนต้องรู้รวมทั้งทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย

การประเมินเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนการสอนมีจุดประสงค์สำคัญ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่เพียงใด วิธีการประเมินควรครอบคลุมตั้งแต่การทดสอบการนำเสนองานในชั้นเรียนการทำโครงการ การแก้ปัญหา การอภิปรายในชั้นเรียนหรือการทำงานที่มอบหมายให้เป็นการบ้าน

การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียนมีจุดประสงค์ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ความรู้ได้เพียงใด สมควรผ่านรายวิชานั้นหรือไม่ วิธีการประเมินควร

พิจารณาจากการปฏิบัติงานและการสอบที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา (กรณีตัดสินผลการเรียนรู้รายวิชา) หรือมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น (กรณีการตัดสินการผ่านช่วงชั้น)

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับจุดประสงค์การประเมินหนึ่งไม่ควรนำมาใช้กับอีกจุดประสงค์หนึ่ง เช่น ไม่ควรนำแบบทดสอบเพื่อการแข่งขันหรือการคัดเลือกผู้เรียนมาใช้เป็นแบบทดสอบสำหรับตัดสินผลการเรียนรู้

5. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนการประเมินผลที่ดี โดยเฉพาะการประเมินผลระหว่างเรียนต้องทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น คิดปรับปรุงข้อบกพร่องและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้นเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องสร้างเครื่องมือวัดหรือวิธีการที่ท้าทายและส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนในการขวนขวายเรียนรู้เพิ่มขึ้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองด้วยการสร้างงานหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมบรรยากาศให้เกิดการไตร่ตรองถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการทำงานของตนได้อย่างอิสระเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อาจดำเนินการดังนี้

1. วางแผนการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหารควรร่วมกันพิจารณากำหนดรูปแบบและช่วงเวลาการประเมินผลให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายของการประเมิน

2. สร้างคำถามหรืองานและเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ถ้าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเน้นความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่วิธีการประเมินอาจกระทำได้ในรูปการเขียนตอบรูปแบบของคำถามอาจเป็นคำถามให้ค้นหาคำตอบให้พิสูจน์หรือแสดงผลให้สร้างหรือตอบคำถามปลายเปิดที่เน้นการคิดแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่องเข้าด้วยกันถ้าต้องการประเมินทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์และการตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ วิธีการประเมินอาจทำได้ในรูปการให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง ผู้สอนสังเกตกระบวนการทำงานการพูดแสดงความคิดของผู้เรียนหรือร่องรอยการชำนาญและความสามารถจากผลงานที่ปรากฏ คำถามหรืองานอาจอยู่ในรูปสถานการณ์หรือปัญหา ปัญหาปลายเปิดหรือโครงการที่ผู้เรียนคิดขึ้นเอง นอกจากนี้อาจใช้วิธีให้

ผู้เรียนประเมินตนเองหรือประเมินโดยกลุ่มเพื่อกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบ analytic scale และแบบ holistic scoring scale เกณฑ์การให้คะแนนแบบแรกอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์งานออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับองค์ประกอบย่อยซึ่งการให้คะแนนแบบนี้ทำให้เห็นจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละองค์ประกอบ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนน แบบที่สองเป็นการกำหนดคุณภาพในองค์รวมหรือภาพรวมของงานทั้งหมด

3. จัดระบบข้อมูลจากการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ถ้าข้อมูลเป็นผลจากการทำแบบทดสอบหรือเขียนตอบ ก็ควรเก็บรวบรวมในรูปคะแนน ถ้าข้อมูลอยู่ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ก็ควรมีระบบการบันทึก แบบฟอร์มการบันทึกควรประกอบด้วย ส่วนนำ คือ การระบุ วัน เวลา สถานที่ ชื่อผู้เรียน และผู้สังเกตเรื่องที่เรียนและผลการเรียนที่คาดหวัง ส่วนเนื้อหา คือ การบันทึกรายละเอียดของงานและพฤติกรรมต่างๆของผู้เรียนที่ปรากฏจริง ส่วนสรุป คือ การตีความเบื้องต้นของผู้สังเกตพร้อมทั้งระบุปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น การรวบรวมสารสนเทศเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องกระทำหลายครั้งและใช้ข้อมูลจากหลายด้าน

4. นำข้อมูลจากการวัดผลและประเมินผลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาจจำแนกเป็นรายบุคคล รายกลุ่ม รายประเภท (ความคิดรวบยอด กระบวนการ เจตคติ ฯลฯ) และรายมาตรฐานการเรียนรู้ เมื่อได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว ผู้สอนควรมีระบบการบันทึกข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อการศึกษาติดตามพัฒนาการตั้งแต่เริ่มเข้ารับการศึกษจนสำเร็จการศึกษา

5. คำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 9) ศึกษาฝึกทักษะการคิดคำนวณและฝึกการแก้ปัญหา ความหมาย การอ่าน และการเขียนเศษส่วนแท้เศษส่วนเกิน จำนวนคละ และทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ การเขียนจำนวนนับในรูปเศษส่วน การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละและการเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วนอย่างต่ำ หลักค่าประจำหลัก และค่าของเลขโดดในแต่ละหลักของจำนวนนับและทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง การเขียนทศนิยมในรูปกระจายการเปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ความหมาย การอ่าน และการเขียนร้อยละ การเขียนเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ ๑๐ และ ๑๐๐ ในรูปทศนิยมและร้อยละ การเขียนร้อยละในรูปเศษส่วนและทศนิยม การเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งในรูปเศษส่วนและร้อยละ

การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง การคูณเศษส่วน การหารเศษส่วน การบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน การบวก และการลบทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งการคูณทศนิยม การบวก ลบ คูณระคนของทศนิยม โจทย์ปัญหาของจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย และเต็มพัน ความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดปริมาตรหรือความจุ ความยาวรอบรูปของ รูปสี่เหลี่ยมและรูปสามเหลี่ยม การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม การวัดขนาดของมุมโดยใช้โปรแทรกเตอร์ การหาขนาดของมุมกลับ การหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยมทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด รูปสี่เหลี่ยมและรูปสามเหลี่ยมชนิดต่างๆ ส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยม ชนิดของมุม การสร้างมุมโดยใช้โปรแทรกเตอร์ การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม การสร้างเส้นขนานโดยใช้ไม้ฉากแบบรูปของจำนวนการเก็บรวบรวมข้อมูลและการจำแนกข้อมูล การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน การอ่านแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบการคาดคะเนเกี่ยวกับการเกิด ขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆการจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยปฏิบัติจริงทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆและใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และเชื่อมั่นในตนเอง การวัดผลและประเมินผล ใช้วิธีการหลากหลายตามสภาพความเป็นจริงของเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

มอย สุวงศ์เครือ (2549, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสำรวจความคิดเห็น โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 106 คน โดยการเลือก

แบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการรายงานครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ค 43101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องการสำรวจความคิดเห็น โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสำรวจความคิดเห็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมิน โครงงานคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสำรวจความคิดเห็นโดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสำรวจความคิดเห็น โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการสำรวจความคิดเห็น โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าอยู่ในระดับดีมาก โครงงานการสำรวจความคิดเห็นเรื่องต่างๆที่เป็นผลงานของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดลง มีผลงานทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์

สุภารัตน์ ไตรยวงศ์ (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์กับ โครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์อย่างเดียวยังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์ร่วมกับทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

กฤษฎา แก้วสิงห์ (2551, บทคัดย่อ) การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัดและประเมินควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 4 ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนที่ใช้การวัดและประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีพัฒนาการความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นักเรียนมีความสามารถด้าน

การคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นหลังใช้การวัดและประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ควบคู่กับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กนกวรรณ ตันติธีระศักดิ์ (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 1 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนของบลูม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมและเป็นรายด้าน คือ ด้านการสรุปอ้างอิง ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการนิรนัย ด้านการตีความ ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง เนื้อหาที่ใช้สอนคือสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผลปรากฏว่านักเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนของ บลูม มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งโดยรวมและรายด้านหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ (2553, บทคัดย่อ) การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนโดยรวมภายหลังการได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์

กัญจนา ลินทรตันศิริกุล (2554, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์กับการสอนแบบปกติ ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และศึกษาคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนเทศบาล 4 (วัดโพธิาวาส) จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 60 คน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและคุณภาพของ โครงการคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

จริยา หวันหะ (2555, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิต ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิต ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และศึกษาคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเทศบาลบ้านคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง จำนวน 40 คน เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและคุณภาพของโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

จตุพร ดิษฐบรรจง (2555, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ระหว่างก่อนและหลังการทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนบ้านลานหิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร เขต1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ ชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการทำกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 จำนวน 6 ชุด ประกอบด้วยชุดที่ 1 เรื่องการสำรวจราคาสินค้าในบ้านลานหิน ชุดที่ 2 เรื่องสำรวจนักเรียนโรงเรียนบ้านลานหิน ชุดที่ 3 เรื่องการสำรวจชนิดของมูมจากตัวอักษรภาษาอังกฤษ ชุดที่ 4 เรื่องการสำรวจรูปทรงเรขาคณิตที่วัดลานหิน ชุดที่ 5 เรื่องคณิตศาสตร์บนใบไม้ และชุดที่ 6 เรื่องความสนใจของผู้เรียน ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ

84.18/85.3 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อสาระคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ธนพร คำป้อง (2556, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรม โครงการงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไตรมิตรพิทยา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ 70/70 ตามเกณฑ์ หาดชนีประสิทธิผลชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนไตรมิตรพิทยา จำนวน 12 คน การศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.40/71.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดัชนีประสิทธิผลชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.67 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 67 นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

จากกรศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โครงการงานผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยโครงการงานคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม ขึ้นมาซึ่งเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบและเกิดเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอีกด้วย