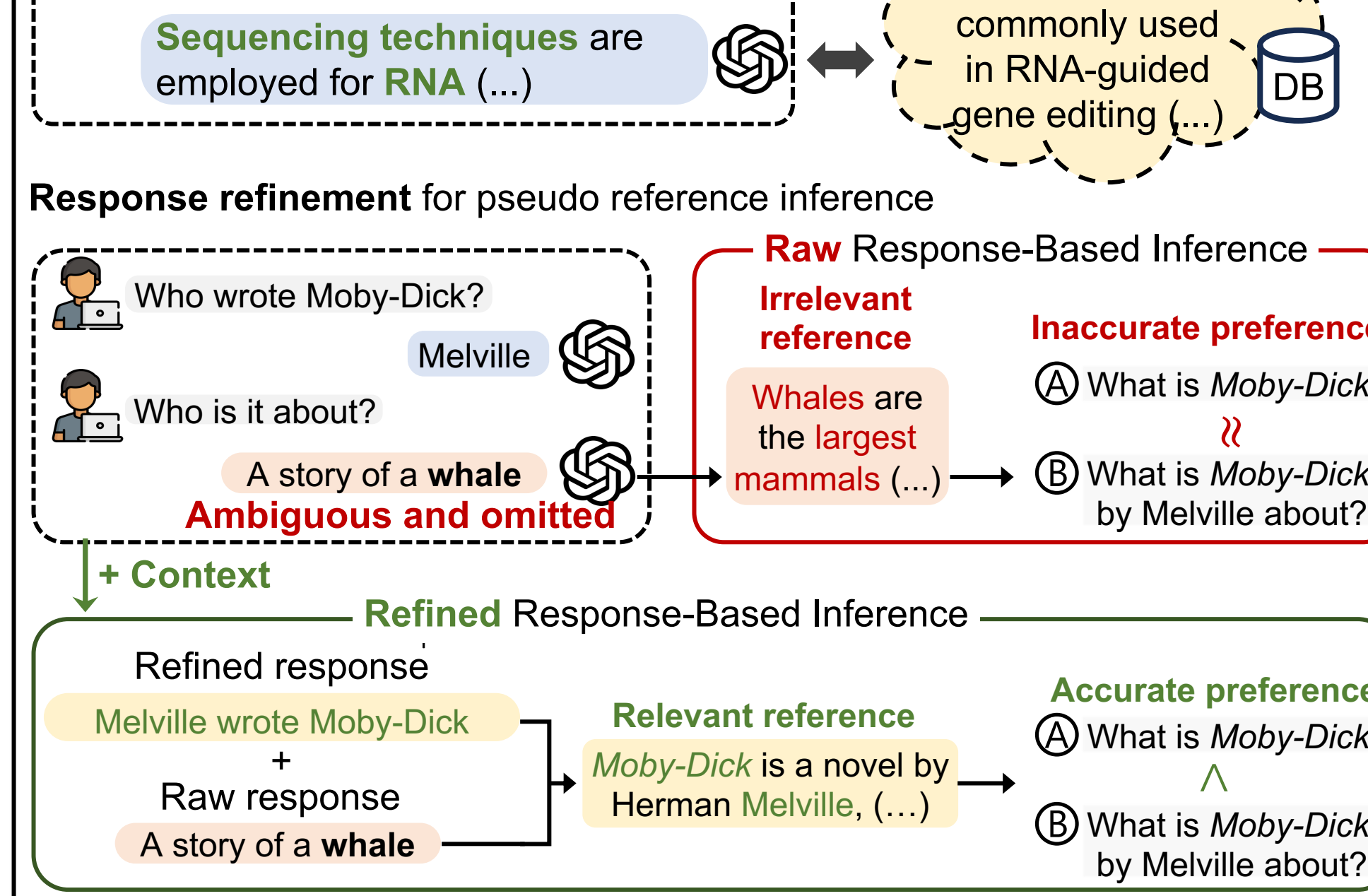
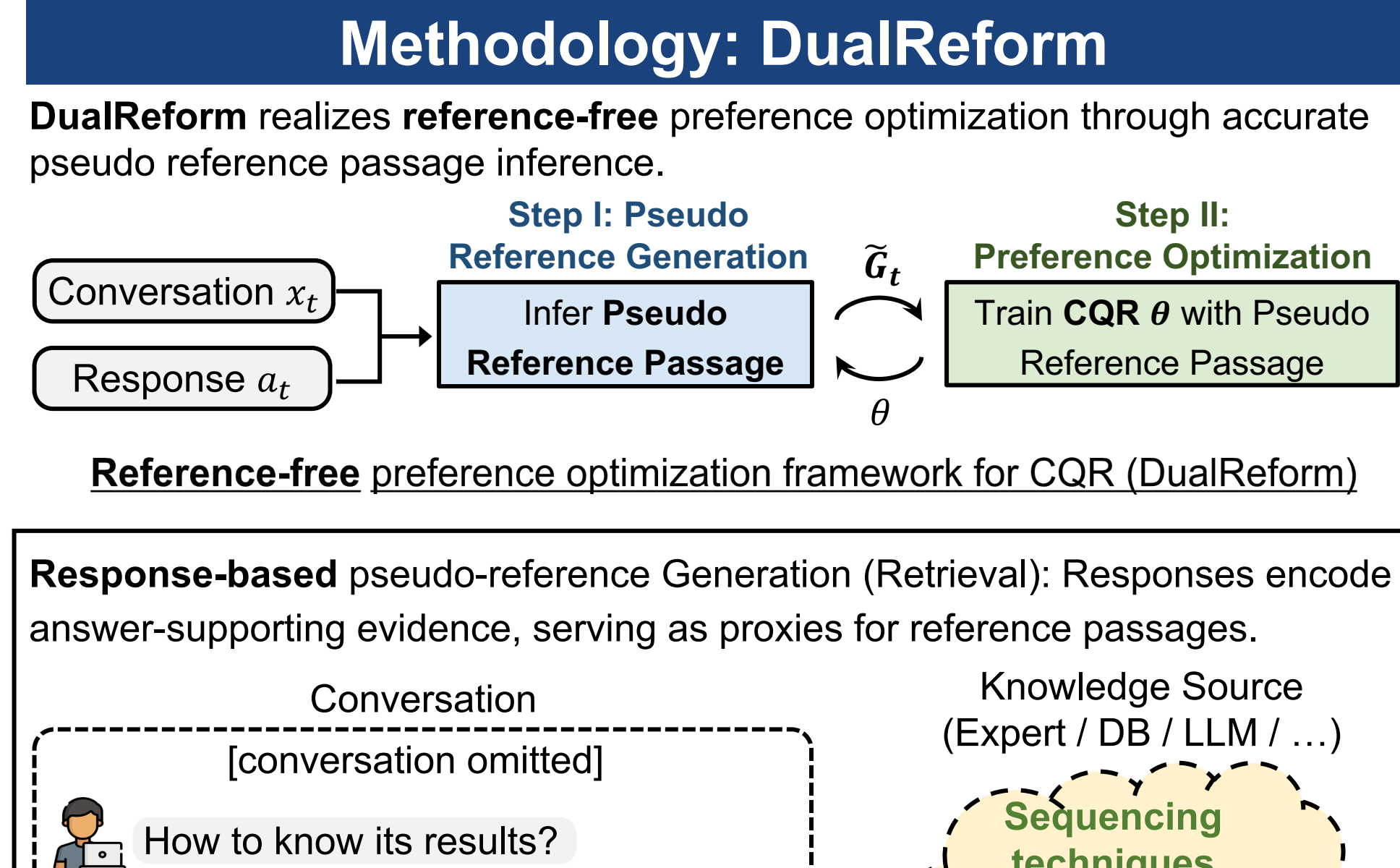
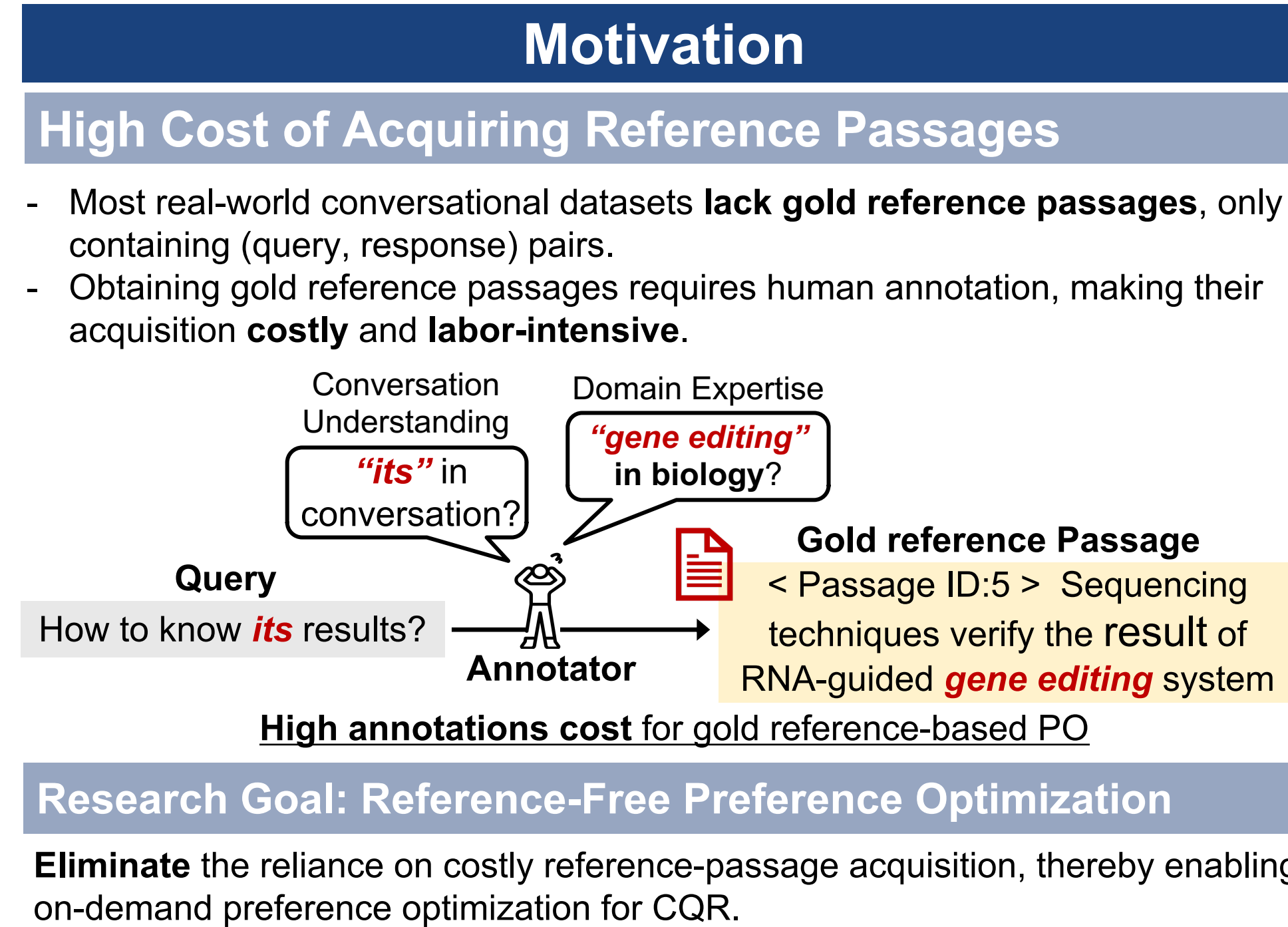
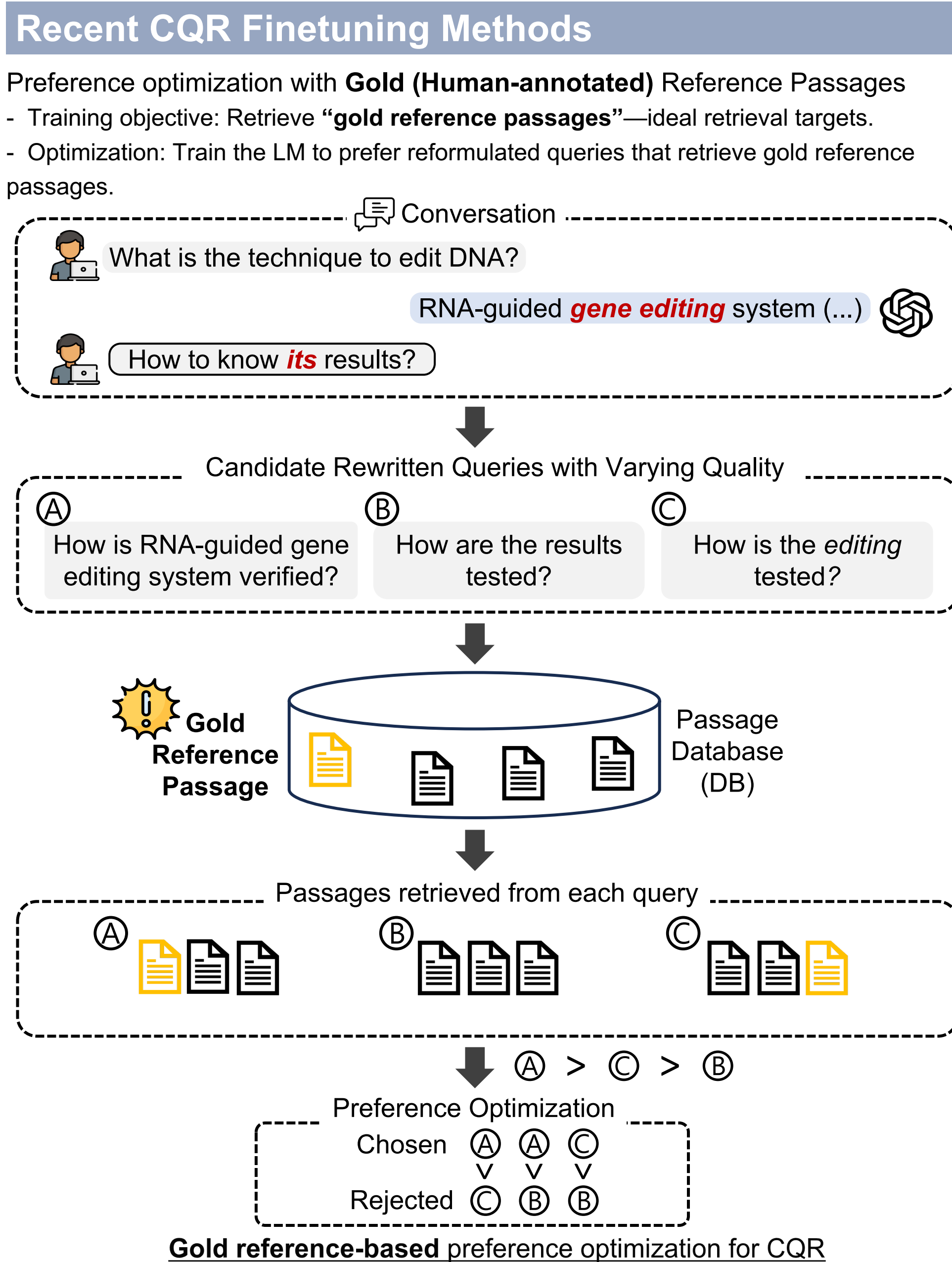
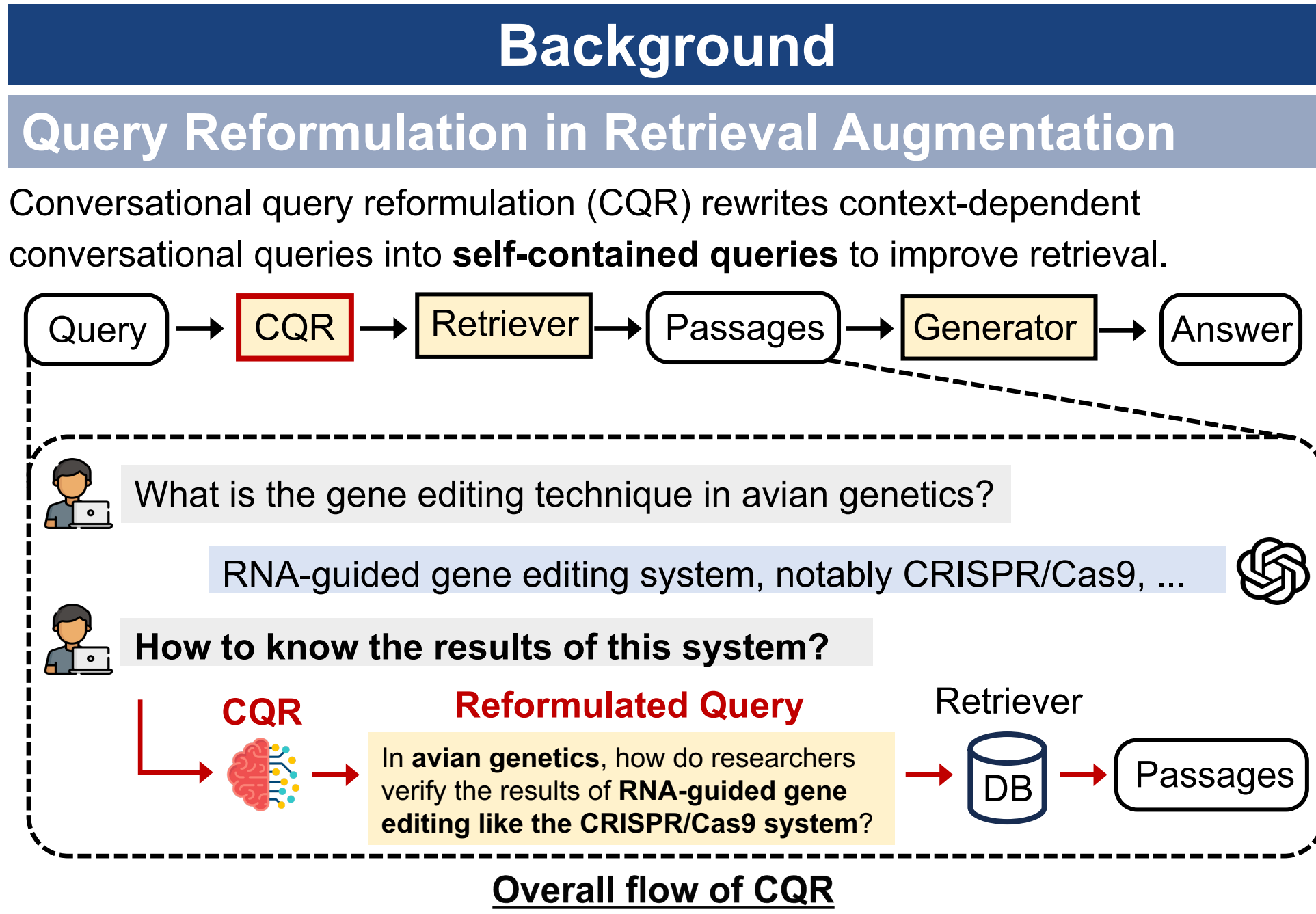


Breaking the Reference Bottleneck via Learning to Rewrite Conversational Queries without Gold Reference Passages

Doyoung Kim, Youngjun Lee, Jo Eun Kim, Jihwan Bang, Hwanjun Song, Susik Yoon, Jae-Gil Lee



Experiments

Evaluation: Main Results

Data	Query Reformulations	Sparse Retriever				Dense Retriever			
		MRR	NDCG	R@5	R@20	MRR	NDCG	R@5	R@20
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±0.09	13.15±0.10	19.83±0.08	29.55±0.04	16.23±0.12	15.09±0.15	22.49±0.15	32.75±0.12
	HyDE-LLM	13.78±0.54	12.56±0.32	20.68±1.06	33.47±1.36	16.70±0.69	15.38±0.66	23.28±0.70	35.36±1.68
	LLM4CS-CoT	16.53±0.18	15.29±0.27	22.49±0.30	33.55±0.38	18.25±0.22	16.75±0.18	24.48±0.22	36.30±0.02
	T5QR	11.45±0.72	10.64±0.73	15.88±1.02	23.49±1.56	14.51±0.74	13.44±0.77	19.42±1.12	29.65±1.44
TopiOCQA	Upper Bound	29.19±0.30	27.19±0.22	39.72±0.87	56.89±0.97	40.58±0.22	39.15±0.25	53.42±1.04	72.69±1.22
	Original Query	2.09±0.00	1.77±0.00	2.90±0.00	5.21±0.00	5.95±0.00	5.52±0.00	8.35±0.00	12.05±0.00
	LLM-IQR	17.21±0.09	15.66±0.11	24.34±0.11	37.72±0.06	32.53±0.13	33.26±0.16	45.61±0.18	61.63±0.14
	HyDE-LLM	20.65±1.29	18.59±0.87	28.26±1.95	44.34±1.03	33.39±1.48	32.02±1.34	45.54±0.05	61.49±0.46
	LLM4CS-CoT	26.81±0.66	25.40±0.38	37.12±1.12	53.36±1.80	37.55±0.75	35.92±1.04	52.45±0.35	69.51±0.04
	T5QR	12.14±0.11	10.39±0.12	17.61±0.10	31.16±0.17	28.36±0.07	27.42±0.05	39.78±0.07	53.21±0.07
SciConvQA	Upper Bound	20.89±0.30	18.91±0.58	30.09±0.62	43.45±0.50	23.73±0.70	22.49±0.80	31.95±1.00	45.14±0.67
	Original Query	4.85±0.00	4.36±0.00	6.70±0.00	10.85±0.00	6.24±0.00	5.57±0.00	8.17±0.00	14.18±0.00
	LLM-IQR	14.23±							